كيمياء التلوث البيئي

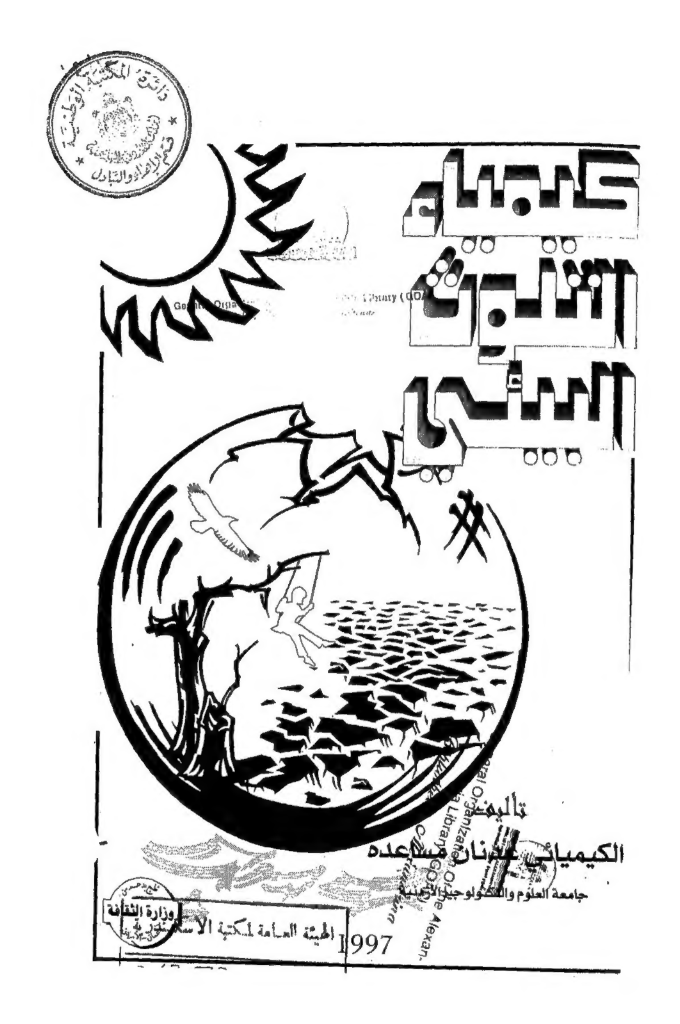
تأليف

عدنان مساعده

والتكنولوجيا الأردنية

طبع بدعم من
وزارة الثقافة
عمان - الأردن

1997


كيمياء
التلوث
البيئي
تأليف
الكيميائي عدنان مساعده
جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية
1997

رقم الايداع لدى دائرة المكتبة الوطنية
(١٣٠٦ / ١٠ / ١٩٩٦

رقم التصنيف : ٣٦٣٫٧٣

المؤلف ومن هو في حكمه : عدنان محمد مساعده

عنوان المصنف : كيمياء التلوث البيئي

الموضوع الرئيسي : ١ - العلوم الاجتماعية

٢ - التلوث البيئي

رقم الايداع : (١٣٠٦ / ١٠ / ١٩٩٦)

بيانات النشر :

* تم اعداد بيانات الفهرسة الاولية من قبل دائرة المكتبة الوطنية

الطبعة الاولى

بسم الله الرحمن الرحيم

قال تعالى :

﴿ إنّا عرضنا الأمانة على السموات والأرض والجبال ، فأبَين أن يحملنها وأشفقن منها وحملها الإنسان إنّه كان ظلوماً جهولاً ﴾

سورة الاحزاب آية (٧٢)

وعلينا أن نغـرس فـي مـواطننـا فـضـيلة العطاء لوطنه والحرص على موارده وحمايتها والتطوع لعمل الخيـر والاعتـزاز بما حباه الله من خير .

وهذا يتطلب ايضاً أن نرعى البيئـة ونحافظ عليها ونحميـها من تلوّث الماء والهواء/ والاردن في مـرحلة البناء الجديدة يجب أن يعطي المثل الناصع عـلى نظافتـه وقدرته فـي الحفـاظ على صحـة الانسان وبيئته .

من خطاب جلالة الملك الحسين حفظه الله

في افتتاح اللقاء التنموي الشامل في المركز الثقافي الملكي

بتاريخ 1988 / 11 / 28

الإهداء ...

إلى من كانت نبراساً مضيئاً لا ينطفئ ... إلى صاحبة القلب الكبير والروح الزكية .

إلى من علمتني ... فكانت مدرستي الأولى ... مدرسة العطاء والصدق والإيمان وحب الخير للناس جميعاً .

إلى روحها الطاهرة المطمئنة حيث تسكن في جوار الله راضية مرضية ... إلى والدتي رحمها الله في ذكرى وفاتها الثالثة .

فهرس الكتاب

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة
4 - 2 تلوّث الهواء بالجسيمات .	73
- الجسيمات الصلبة .	74
- جسيمات الهيدروكربونات .	81
- جسيمات المبيدات الزراعية .	82
- تلوّث الهواء بالاسبست ..	82
- الجسيمات السائلة .	85
- 2 تلوّث الهواء بالنفايات الصلبة	87
- 2 تلوّث الهواء بالكيماويات	98
- 2 تلوّث الهواء بسبب التدخين .	107
- 2 تلوّث الهواء بسبب الحروب	113
الفصل الثالث : تلوّث المياه	125
1 - 3 الماء النقي	127
3 - 2 الماء الملوث	130
3 - 3 تلوث المياه بالمواد الكيميائية .	134
- الكيماويات الزراعية .	135
- المنظفات الكيميائية .	142
- الفلزات الثقيلة .	144
- الاسبست .	150
4 - 3 تلوّث المياه بالنفايات الصلبة .	151
5 - 3 تلوّث المياه بالنفط ومشتقاته .	160
6 - 3 ملوثات أخرى للمياه .	164
- لون المياه .	168
- طعم المياه .	169
- رائحة المياه .	172
- الكدرة او عكر المياه .	173

الموضوع	الصفحة

الموضوع	الصفحة

تـقـديـم

بقلم الاستاذ الدكتور محمود الدويري

نائب رئيس جامعة العلوم والتكنولوجيا الاردنية

لقد اصبح الحديث عن البيئة ومشكلاتها من القضايا الساخنة في هذا العصر ، لا سيما وان هناك افرازات خطيرة نجمت عن هذ المشكلات المختلفة الابعاد ، مما احدث خللاً في عمليات التوازن البيئي حيث التصحر والجفاف وقلة المياه والتلوث البيئي فتأثرت الدورات الطبيعية في الحياة .

ومن الامثلة على تلوث البيئة التلوث بالكيماويات الزراعية من مبيدات واسمدة الذي أصبح سلاحا ذو حدين في هذا الجانب ، بسبب الافراط في استخدامها حيث ادت الى تلوث التربة من خلال متبقيات المبيدات التي تبقى في الأرض لمدة طويلة ، وتتراكم عاما بعد عام لتصل الى تركيزات عالية يكون لها تأثير سيء على البيئة وعلى مصادر المياه في حال تسربها بطريقة او باخرى ، كما ان استعمال الاسمدة الزراعية ومنها الاسمدة النيتروجينية يؤدي الى زيادة تلوث المياه بالنترات التي تتحول الى النيتريت السام بواسطة بعض انواع البكتيريا مما يؤثر على الصحة العامة بشكل خطير .

لقد نشطت الدول والمجتمعات في بذل قصارى جهودها للحد من تفاقم المشاكل التي تواجه البيئة ومنها مشكلة التلوث التي اصبحت تهدد كوكبنا الارضي، ادراكاً منها ان مسؤولية مواجهة هذه المشكلة العالمية واجب على الجميع للعمل على حماية هذا الكوكب من مخاطرها والسعي للحفاظ على بيئة سليمة وآمنة ، وتمثلت جهود دول العالم في عقد المؤتمرات العلمية ودعم الابحاث والدراسات والمؤلفات التي تسهم في الحد من اخطار التلوث عالمياً ، بالاضافة الى اتخاذ الاجراءات المناسبة ووضع التشريعات القانونية المتعلقة بحماية البيئة وصونها وضرورة المحافظة عليها .

ونحن في الاردن ، جزء من هذه القرية الكونية نتأثر بمخاطر هذه المشكلة العالمية ، وعلينا ان نبذل ما وسعنا الجهد من خلال مؤسساتنا العلمية في الجامعات ومراكز البحث ، لنسهم في وضع الحلول الناجعة التي تجعلنا نعيش في بيئة نظيفة ، ولا يتأتىّ ذلك الا بتضافر الجهود ليتعمق الانتماء لهذه الارض في ان تكون مصانة من اي عبث او فساد .

ويأتي هذا الجهد الكبير الذي بذله المؤلف في كتابه هذا ، ليغطي جانبا مهما من جوانب المشكلة حيث ركّز على كيمياء التلوث البيئي بطريقة يسهل على القارئ بشكل عام استيعابها ، كما يستفيد منه الطالب والباحث والمتخصص ، والذي يعطي الكتاب اهمية وقيمة هو تنوّع مصادر المراجع العلمية التي جعلت المعلومات زاخرة وغطت جوانب المشكلة بشمولية ووضوح .

لقد اشتمل الكتاب على ثمانية فصول ، يقدّم الفصل الاول منه شرحا لتأثير التلوث على التوازن البيئي وما نتج من ظواهر غير طبيعية مثل ظاهرة استنزاف الاوزون وظاهرة المطر الحامضي وغيرهما ، ويستعرض الفصل الثاني مشكلة تلوث الهواء بسبب افرازات الصناعة والتكنولوجيا التي زادت من تركيز الملوّثات بدرجة كبيرة التي انعكست مخاطرها على الانسان والبيئة ، ويتناول الفصل الثالث تلوث المياه ومصادر هذا التلوث والمخاطر التي تهدد البشرية وطرق المعالجة ، كما يتطرق الفصل الرابع الى تلوث التربة بالكيماويات الزراعية الامر الذي يقلل من خصوبة التربة وتدهورها وخلخلة النظام البيئي الزراعي ، ويحتوي الفصل الخامس على تلوث الغذاء كيميائيا وبكتيريا والعلاقة بين تلوث التربة وتلوث الغذاء .

ويتضمن الفصل السادس موضوع تلوث البيئة بالاشعاع والتأثيرات البيولوجية الخطيرة على الكائن الحي عن طريق التعرض المباشر للاشعة او عن طريق تلوث الهواء والماء والتربة والغذاء بالاشعاع التي تترك اثارا حادة على صحة الانسان ، ويحتوي الفصل السابع على التلوث الضوضائي الذي يعتبر شكلا آخر من اشكال الازعاج الشديد الناتج عن حركة وسائل النقل المختلفة وعن حركة الالات في المصانع وغيرها.

ويشير الكتاب في الفصل الاخير الى اهمية البعد التربوي في معالجة مشكلة التلوث البيئي حيث هدف المؤلف من تناول هذا الموضوع الى غرس المفاهيم التربوية

والاخلاق البيئية لدى الانسان في هذه القرية الكونية وضرورة تبني قيم بيئية ايجابية تعزّز الانتماء لهذا الكون بمسؤولية وامانة .

لقد احسن المؤلف صنعا في تناول مشكلة التلوّث البيئي في الاردن وربطها في موضوعات الكتاب ، ممّا يعطي القاريء صورة عن واقع هذه المشكلة محليا بأبعادها المختلفة ، انني اثمن هذا الجهد الذي بذله المؤلف حيث أخذ من وقته الشيء الكثير ، وآمل أن يكون هذا الانجاز اضافة جديدة في مجال علوم البيئة يسد بعض الفراغ في المكتبة العربية .

وأخيراً وليس آخراً ، أرجو الله ان تستمر مثل هذه الجهود الشابة الخيّرة بالاهتمام بقضايا البيئة التي تبذل في اردننا الغالي بوعي ومعرفة متمثلين في ذلك خطى رائد مسيرة العلم والعلماء جلالة الملك الحسين بن طلال حفظه الله الذي يولي هذا الموضوع كل اهتمام ورعاية .

مقـدمة الكتـاب

لقد غدت مشكلة التلوث البيئي من القضايا الحادة التي أخذت تفتك إفرازاتها وآثارها بشكل مدمر في جوهر الحياة ومقوماتها ، وتشعبت أبعاد هذه المشكلة بطريقة متشابكة ومعقدة ، فالتلوث بالاشعاع مثلاً يقود إلى تلوث الهواء الذي نستنشق والماء الذي نشرب ، ويؤدي كذلك إلى تلوث التربة وبالتالي تلوث الغذاء ، ويترتب على هذا النوع من التلوث تأثر السلسلة الغذائية بشكل كبير ، مما ينعكس على صحة الانسان حيث ستفتك به الأمراض الخطيرة بسبب الاشعاعات الناتجة ، ويتأثر ايضاً الحيوان من خلال غذائه على النبات ، فالمشكلة إذاً مترابطة ومتصلة إتصالاً وثيقاً في حلقات لا يمكن إغفال أو استثناء حلقة دون غيرها .

والتلوث بالكيماويات بمنتجاتها المختلفة من أسمدة زراعية ومبيدات حشرية ، ومواد تنظيف ومنتجات الصناعات النفطية وغيرها الكثير ، كلها أسهمت في تلوث بيئي خطير أصبح يهدد البيئة بسلامتها ، هذا بالاضافة الى بروز أشكال أخرى من التلوث كالتلوث الضوضائي الناجم عن حركة السيارات والقطارات والطائرات وآلات المصانع وغيرها الذي أصبح يقلق راحة الانسان ويكدّر عليه العيش الآمن الهادىء ، وذلك بسبب الفوضى والاصوات التي أصبحت لا تطاق مما يترك تأثيراً كبيراً على صحة الانسان النفسية والعقلية والجسدية .

إن ناقوس الخطر يقرع الآن ويدق بقوة ، قائلاً لكل المجتمعات استيقظوا من سباتكم وعودوا إلى رشدكم واوقفوا كل مظاهر الاستنزاف والفساد في هذه الارض حيث ستنتهي هذه المشكلة ما لم يتم السيطرة عليها ، والحد من تفاقمها إلى كوارث بيئية حقيقية مثل التصحر والجفاف وزيادة ملوحة المياه وارتفاع منسوبها وغيرها من الكوارث ، كما نجد أن الكثير من الكائنات أصبحت تغادر هذه الارض مودعة فراراً وهرباً إلى عالم مجهول ومظلم ، لإنها ترفض العيش في كون سمته البارزه التلوث والفوضى والقلق ، ومثال على ذلك ظاهرة الانتحار الجماعي لمجموعة من الحيتان التي جنحت على سواحل جزيرة (تسمانيا) جنوب استراليا عام ١٩٨٤ في عملية انتحاريةجماعية أمام جمهور من سكان المنطقة حيث لاقت حتفها بعد قليل على الصخور الساحلية تخلصاً من المعاناة القاسية والظروف غير المحتملة التي تلقتها هذه الكائنات بسبب تلوث المياه بالنفط بكميات كبيرة .

وسأركز في هذا الكتاب على مفهوم كيمياء التلوث البيئي من خلال مصادره المختلفة، مبيناً من خلال التفاعلات الكيميائية التي تتعلق بالتلوث البيئي تأثير ذلك على مقومات الحياة من هواء وماء وتربة وغذاء ، فالامطار الحامضية على سبيل المثال تتشكل نتيجة تفاعلات كيميائيةبين أكاسيد غازات الكربون والنيتروجين والكبريت المنبعثة من الانشطة الصناعية إلى الجو ، وتتفاعل هذه الاكاسيد مع بخار الماء في الجو وتسقط على هيئة أمطار حامض الكربونيك والنيتريك والكبريتيك وغيرها ، مسبّبة آثاراً مدمّرة على البيئة .

كما سأتطرق إلى الآثار الصحية القاتلة التي استفحل خطرها بسبب أنانية الانسان في هذا العصر، خصوصاً في البلدان الصناعية التي كان هدفها الأول والأخير الربح المادي دون مراعاة البعد البيئي الذي كان من الواجب أن يسير جنباً إلى جنب مع كلٍ مشاريع التنمية ، وسيكون له مردود سلبي على المدى البعيد على هذه الدول في مختلف المجالات الصحية والاقتصادية ، وأذكر هنا أن المجتمعات أصبحت تعاني من قلق كبير على مستقبل أفرادها الصحي والنفسي ، بالاضافة إلى المبالغ الطائلة التي تنفقها الدول لعلاج الكثير من الامراض السرطانية الخطيرة كسرطان الرئة والجلد واللوكيميا ، وأمراض أخرى تؤثر على الدماغ كالتلوث بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزئبق ، إلى غير ذلك من أمراض كثيرة التي ظهرت نتيجة إفرازات مشكّلة التلوث البيئي .

وبعد ، فأرجو الله تعالى ، أن أكون قد وفقت في تقديم طرح علمي دقيق لهذه المشكلة الخطيرة التي أعطيتها من وقتي ما يزيد على أربع سنوات من المتابعة والبحث ، لأن الواجب يحتّم علينا أن نسهم في تحليل هذه المشكلة من مختلف أبعادها العلمية والتربوية والاقتصادية والاجتماعية ، لكي تتمكن الدول والمجتمعات والمؤسسات ذات العلاقة من إيقاف المسيرة العبثية التي يمارسها الانسان ، وليتمّ إنقاذ ما يمكن إنقاذه من مظاهر الاستنزاف والهدر للموارد الطبيعية ، التي هي أساس التوازن البيئي في هذا الوجود ، مع أن الاسهام مهما كان متواضعاً يعتبر حجر أساس، ولبنة مهمة من لبنات البناء . والواجب أن لا نقف موقف المتفرج ، والنار تحيط بنا فهي لا ترحم أحداً ، ولا تميّز بين الأخضر واليابس ، ولا يجوز لنا كذلك ان نشاهد مناظر الغرق لهذا الكون ، وندّعي أننا لا نجيد العوم والسباحة .

ويحضرني هنا ، تلك القصة الخيالية التي تحمل بين سطورها معاني ودلالات

كبيرة ، حيث نشب حريق في غابة ، فهرب الفيل والنمر والثعلب والأفعى من ألسنة النيران بعيداً وأخذت تتفرج ، ولكن العصفور أخذ يذهب إلى أماكن بعيدة ليأتي بالماء بمنقاره ، محاولاً إطفاء الحريق الذي نشب في الغابة، فأخذت الحيوانات تسخر منه وتستهزئ بعمله .... فلما سمع العصفور ذلك ، أجاب إجابة الواثق من نفسه قائلاً : إنني أقوم بما يمليه عليّ الواجب .

نعم ، إن الواجب يملي علينا جميعاً أن نسهم في دراسة أبعاد المشكلة والاهتمام بها ، وإيجاد الحلول الناجعة لها ، متسلحين بالوعي والمعرفة وممارسة سلوكيات إيجابية تنمّ عن الإنتماء والمحبة لهذا الكون الذي كلّفنا الله تعالى بمسؤولية حمل الأمانة فيه ، بعد أن أشفقت من حملها السموات والأرض والجبال .

والله ولي التوفيق

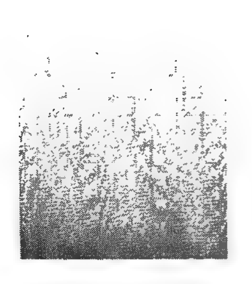
عدنان محمد مساعده
جامعة العلوم والتكنولوجيا / إربد
المملكة الأردنية الهاشمية



الفصل الأول

تأثير التلوث على التوازن البيئي

The Effect Of Pollution on The Environmental Equilibrium



تأثير التلوث البيئي على التوازن البيئي

1-1 ما المقصود بالتوازن البيئي ؟ وكيف يؤثر التلوث على التوازن البيئي ؟

البيئة Environment والتوازن البيئي Environmental Equilibrium مفهومان متداخلان يؤثراحدهما بالآخر تأثيراً مباشراً ، ومن خلال معرفة المقصود بهذين المفهومين يمكن توضيح هذا التداخل . يقصد بالبيئة : انها مجموعة النظم الطبيعية والاجتماعية التي يعيش فيها الانسان والكائنات الاخرى ، والتي يستمدون منها زادهم ويؤدون فيها نشاطهم [169] وعرّفها مؤتمر ستوكهولم في عام 1972 بانها : كل شيء يحيط بالانسان [170] .

ويمكن تعريف التوازن البيئي بانه : (حالة الاستقرار الطبيعي لمكونات النظام البيئي وتفاعلاتها وعلاقاتها الوظيفية ومدخلات وظائفها ومخرجاتها ، وينطبق ذلك سواء بسواء على النظم البيئية الفرعية والنظام البيئي الكلي) [65] . وعندما نتحدث عن النظام البيئي المتوازن ومكوناته ومن ضمنها الهواء مثلاً نخلص الى ان مكونات الهواء اوجدها الله تعالى بنسب معينة لتناسب الانسان والكائنات الاخرى، فالهواء مزيج من الغازات هي النيتروجين بنسبة 78 % والاكسجين بنسبة 21 % ثاني اكسيد الكربون بنسبة 0.325 % وبقايا بسيطة بنسبة 0.9 % من غازات النيون والهيدروجين والهيليوم والكربتون وبخار الماء [11] .

وشاءت قدرة الله ان خلق الانسان والحيوان والنباتات الخضراء ومجموعات صغيرة كالكائنات الدقيقة لتشكل بمجموعها مكونات النظام البيئي بحيث يكون لكل من هذه المخلوقات دور في الحفاظ على التوازن البيئي ، فالانسان والحيوان يستخدم النبات في غذائه والكائنات الدقيقة تقوم بتحليل بقايا النباتات والحيوانات وتحولها مرة اخرى الى ثاني اكسيد الكربون والعناصر الاساسية التي تتكون منها هذه النباتات ، وهذه الادوار التي تقوم بها هذه المخلوقات سخّرت لتحافظ على توازن النظام البيئي [11] .

وبسبب فساد السلوك الانساني ظهرت انواع خطيرة من التلوث البيئي Environmental Pollution اثرت على التوازن البيئي بشكل كبير ، وقبل ان ابين مظاهر ذلك ، نجيب على سؤال **ما التلوث البيئي** ؟ التلوث كمفهوم له دلالات واسعة حيث اخذت كلمة التلوث في اللغة : (من لاث الشيء بالشيء ، خلطه به ومرسه

ويقال لوّث الشيء في التراب اي لطّخه به ، والشيء ولكه في الماء باليد حتى انحلت اجزاؤه) [2] . ويهمنا هنا معنى التلوث البيئي فهناك تعريفات متعددة منها تعريف الاستاذ (محمد الفقي) الذي عرفه بانه : (تواجد اي مواد تفسد نظام الطبيعة وما تحتويه من كائنات حية وغلاف جوي ، إضافة الى افسادها للخواص الطبيعية والكيماوية للاشياء ممّا يؤدي الى الاخلال بالتوازن البيئي) [11,55] .
وعرّفه الدكتور (جابر ابراهيم) بانه : (كل تغيير ناتج عن تدخل الانسان في انظمة البيئية ، مما يرتّب اضراراً بشكل مباشر او غير مباشر للكائنات الحية) [55] ، ويقصد بالتلوث البيئي ايضاً : (التدخل في نقاوة الهواء والماء والتربة بسبب امتزاجها بالمواد الكيماوية المؤذية المتنوعة) [44] .

وأرى هنا ان التلوث البيئي هو : (احداث خلل في نظام التوازن البيئي من خلال سلوكيات خاطئة مارسها الانسان تجاه بيئته فتؤدي الى تغيير الصفات الكيميائية والطبيعية او الافساد الذي صنعته يد الانسان في طبيعة المكونات الرئيسية للحياة وخواصها الكيميائية مما اثر في نقاء الهواء فاصبح ملوثاً ، وفي الماء فاصبح آسناً، وعلى التربة ففقدت الكثير من عناصرها المهمة) .

وكما نلاحظ فان جميع التعريفات لم تتجاهل دور الانسان وتأثيره الكبير في البيئة التي يعيش فيها ، وان محور مشكلة البيئة وما نتج عنها من افرازات التلوث هو الانسان ، بفعل ما ارتكبت يداه من فساد في البر والبحر قال تعالى ﴿ ظهر الفساد في البرّ والبحر بما كسبت ايدي الناس ، ليذيقهم بعض الذي عملوا لعلهم يرجعون ﴾ سورة الروم / ٤١ .

كما تمثل التلوث في هدر الكثير من الموارد الطبيعية عن طريق تدمير الغابات في العالم واقتلاعها ، واستنزاف موارد المياه فكميات كبيرة من الثروة المائية تضيع هدراً بسبب سوء الاستعمال او الاهمال من قبل الافراد والمجتمعات ، اضافة الى الاسهام في تلويث مصادرها عن طريق القاء النفايات فيها بانواعها المختلفة مما اثر على نوعيتها وطبيعتها ، وادى الى القضاء على الكائنات البحرية وتلوث السلسلة الغذائية فيها .

وبرز على سبيل المثال شكل من اشكال التلوث هو التلوث الضوضائي Noise Pollution الذي اصبح مصدر قلق وازعاج يؤثر على البيئة والانسان ، حيث ثبت ان هذا الضجيج يؤثر على صحة الانسان النفسية والعضوية على حد سواء ،

وتلحق الضوضاء أضراراً بالجهازين السمعي والعصبي وقد تؤدي الى تدمير جهاز السمع بالكامل وبالتالي الموت اذا وصل مستوى الضوضاء الى تراكيز عالية [145,178] .

ومنها ايضاً التلوث الاشعاعي Radiant Pollution حيث لا يكاد يخفى على احد تأثيره المدمّره على بنية الخلية للكائن الحي حيث تحدث الاشعاعات خللاً وتدميراً في الجينات الوراثية ، مما يؤدي الى حدوث امراض خطيرة كالسرطان بانواعه في حالة تعرض الجسم لجرعات كبيرة من الاشعاع تتجاوز الحد المسموح به [27,29,44,129,199] . كما تلوثت التربة والغذاء بفعل المنتجات الكيميائية من اسمدة زراعية ومبيدات حشرية مثل .D.D.T التي ثبت ان لها تأثيراً خطيراً على صحة الانسان [160] ، بالاضافة الى وجود ملوثات اخرى كالنفايات المنزلية التي اصبحت قضية معقدة تواجه المجتمعات والدول فقد انتشرت الامراض والأوبئة بسبب هذه المخلفات [13] .

فالتلوث البيئي اذاً ، يؤدي الى الاضرار بالعمل الطبيعي للكائنات الحية ، ويؤثر على صحة الانسان مسببا له الامراض الخطيرة نتيجة طرح المواد الكيماوية التي تلوث الهواء والماء والغذاء [146] ، ويؤثر سلباً على البيئة حيث انعكس ذلك على المحاصيل الزراعية والتربة [140,145,160] ، كما شوّه التلوث الناحية الجمالية للبيئة من خلال تراكم الكم الهائل من الغازات التي قذفتها مظاهر الثورة الصناعية والتكنولوجية المتمثلة في المصانع وعوادم السيارات والطائرات حيث غزت هذه الملوثات Pollutants الغلاف الجوي ، واصبحت مخاطرها كبيرة بسبب تركيزاتها العالية جداً فتأثر التوازن البيئي وبرزت ظواهرخطيرة اخذت تهدد العالم [5,13,20,145] ، ومن اهم هذه الظواهر ظاهرة الصوبة الصناعية [7] او فيما يعرف بظاهرة البيت الزجاجي Green House Effect المتمثلة في زيادة انبعاث كميات غاز ثاني اكسيد الكربون في الجو مما ادى الى ارتفاع درجة حرارة العالم [134,154,172]، ومنها ظاهرة استنزاف طبقة الاوزون بسبب مركبات الكلوروفلورو كربون حيث يعتقد ان هذه المركبات هي المسؤولة عن تآكل هذه الطبقة [17]، وظاهرة الامطار الحامضية وظاهرة تدهور الغابات وموتها وقلة المياه والتصحر [11,15,22] ، وسآتي هنا الى ذكر تأثير كل من هذه الظواهر على التوازن البيئي .

2 - 1 ظاهرة الصوبة الصناعية او البيت الزجاجي

تتلخص هذه الظاهرة في ارتفاع درجة حرارة الارض ، فقد اصبحت مناطق كثيرة من العالم اكثر دفئاً مما كانت عليه بسبب الزيادة في تركيز ثاني اكسيد الكربون CO_2 المنبعثة الى الجو [7]، ويقود ذلك الى حدوث تعقيدات بيئية جديدة [44] ، علماً ان الاشعاع الذي ينبعث من الشمس يتكون من موجات عديدة مختلفة الطول ، ولا يصل الا جزء يسير من الاشعاع الى سطح الارض بسبب دور طبقة الاوزون في الجو التي تمتص بكفاءة عالية الاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet، كما يتم امتصاص الاشعة تحت الحمراء Infra Red من قبل ثاني اكسيد الكربون وبخار الماء ، لذا فلا يصل الى سطح الارض الا الاشعة المرئية Visible [44] .

ويمكن اعتبار غاز ثاني اكسيد الكربون كمرشحFilter لاشعة الشمس وباتجاه واحد ، حيث يسمح للموجات المرئية باختراقه ولا يسمح للموجات في المجال تحت الضوء الاحمر المنبعثة من سطح الارض باختراقه بالاتجاه المعاكس وهذا يؤدي الى زيادة تدريجية في معدل درجة حرارة الارض [7,22,44,154].

ويتوقع العلماء ان الاستمرار في قذف هذه الملوثات الى الجو بكثافة كبيرة سيؤثر على ارتفاع متوسط درجة حرارة العالم 4 درجات مئوية خلال الاربعين سنة القادمة ، ويرتفع بناءً على ذلك مستوى ماء البحر بمقدار 1.4 متراً ، الامر الذي يعرض مراكز سكانية للخطر قبل نهاية القرن القادم بكثير .

كما ان الجفاف والفيضانات التي حدثت وستحدث في مناطق العالم المختلفة كان سببها ارتفاع درجة حرارة العالم ، وان هذا التغير في خريطة المناخ على الكرة الارضية سينتج عنه اضطرابات كبيرة مثل ذوبان جزء من الثلوج الدائمة في الجبال العالية المدارية والمعتدلة [7,12,42,43,44].

وقد حذر العلماء من مخاطر هذه الظاهرة في مؤتمر (تورنتو) الذي عقد في كندا عام 1988 عن الجو المتغير ، ودعوا الى تخفيض نسبة ثاني اكسيد الكربون بنسبة 20 % عام 2000 م ، واعلن (جيمس هانسن) احد الذين درسوا ظاهرة الصوبة امام مجلس الشيوخ الامريكي في 1988 / 6 / 23 بقوله : ان الارض في عام 1988 اصبحت أدفأ منها في اي وقت مضى ، وان التدفئة الشاملة للارض قد غدت اكبر بسبب ظاهرة الصوبة الصناعية التي اضحت بالفعل كبيرة حتى لتبدأ في التأثيـر

على إمكانية حدوث وقائع متطرفة مثل موجات الصيف الحارة والجفاف في الجنوب الشرقي ووسط غرب امريكا ، وقد يصبح اكثر تكراراً في العالم [7,132] .

كما حذر الباحث (ميك كيلي) من جامعة (إيست انجليا) البريطانية من ان هذا النمط الفوضوي للتباينات الحرارية المتطرفة هو بالضبط ما نتوقعه عندما تبدأ ظاهرة الصوبة البشرية ـ كما تسمى ايضاً ـ عملها لتغيير نموذج مناخ العالم ، والحق انه طالما كنا لا نزال نضيف من انبعاثات غازات الصوبة في الغلاف الجوي ، فمن المستحيل ان يتوطد نظام جديد ، بل سيستمر النموذج المضطرب متواكباً نحو ارتفاع درجة الحرارة في عام 2030 مما سيجعل العالم عرضة لذبذبات مجنونة من المناخ المتطرف [7] .

ومن المناطق التي تأثرت بارتفاع درجة الحرارة غرب ووسط البحر المتوسط حيث واجهت في صيف عام1987 موجة حارة رهيبة ارتفعت فيها درجة الحرارة الى اكثر من 43 درجة مئوية ، وتكرر النموذج في عام 1988 ، كما حدث حرٌ قاتل في اليونان وجنوب اسبانيا في نفس العام ، بالاضافة الى ارتفاع درجات الحرارة في كثير من العواصم الاوروبية حيث وصلت في موسكو الى 27 درجة مئوية ، وفي لندن الى 19 درجة مئوية .

ان زيادة انبعاث ثاني اكسيد الكربون يؤدي الى ارتفاع مستوى ماء البحر حيث من المتوقع ان يصل الى 30 سنتميتراً بحلول عام 2030م ، وان الاستمرار في تزايد هذه الملوثات قد يتسبب في ذوبان مستودعات الجليد التي تشكل ثلاثة ارباع الماء العذب في العالم [7,44] ، وهذا يعني حدوث كوارث غرق لكثير من مناطق العالم ، فمثلاً لقد اصبحت كل من مدينتي (لندن) و (هال) وجزء كبير من منطقة (إيست أنجليا) في بريطانيا تحت مستوى المد العالي بالنسبة لنهر التايمز ، لذلك يقترح علماء من معهد ايكولوجيا الارض من اجل وقف الارتفاع المتوقع لمستوى ماء البحر خلال العقود الستة القادمة ، بان تنفق بريطانيا ما يقارب 8.5 مليار جنيه استرليني على إقامة حواجز وحصون حول نهر التايمز على ان يبدأ العمل فوراً ، كما ستحدث مآسٍ في البلاد ذات الكثافة السكانية العالية قرب البحر ، ومنها دلتا النيل ، وان ارتفاع مستوى سطح البحر بمعدل 50 سنتميتراً سيغرق 0.04 % من مساحة مصر و 16% من الشعب المصري الذي يعيش على هذا الشريط الساحلي ، وفي بنغلادش اذا ارتفع مستوى سطح البحر متراً واحداً كما هو متوقع في اواخر القرن القادم ،فإن

ذلك سيؤدي الى اختفاء 12% من أراضيها و 9 % من سكانها و 11 % من الأرض الزراعية ، وستزداد الاعاصير وستصبح اكثر عنفاً ، واما مياه الخليج فستغمر عدداً من المدن الساحلية بالكويت والعراق وقطر والبحرين والامارات العربية [7] .

والسؤال الذي يطرح نفسه هنا هو **كيف نواجه هذه الظاهرة الخطيرة التي تهدد العالم بالغرق بسبب ارتفاع درجات الحرارة المتزايد عاماً بعد عام ، والذي يرتبط بزيادة تركيز ثاني اكسيد الكربون في الجو ؟!**

إن الاجابة على ذلك ، تتمثل في العودة الى إعادة التوازن البيئي ، وذلك بالحد من انبعاثات ثاني اكسيد الكربون الى الجو ، حيث اتخذت الكثير من الدول إجراءات من اجل استقرار هذه الكميات ضمن حدود اقل خطراً فمثلاً سعت المانيا الاتحادية الى خفض نسبة انبعاث غاز CO_2 بقدر يتراوح بين % (25 - 20) خلال الفترة بين عامي (2005 - 1990) ، وتسعى هولندا الى خفض النسبة بمقدار 5 % في عام 2000 م ، وذلك بفرض الرقابة على استعمال السيارات وزيادة الضرائب على البنزين وعلى الطرق وغيرها من الاجراءات ، وعملت السويد على خفض النسبة الى 30 % خلال الفترة (1988 - 1980).

وان افضل عملية لامتصاص غاز ثاني اكسيد الكربون هي اللجوء الى التشجير وزراعة غابات جديدة من اجل التحكم بكميات ثاني اكسيد الكربون التي تعادل خمسة بلايين طن كل عام [5,7,19,21,154] ، ويمكن لهكتار واحد من اشجار الجميز التي لديها القدرة على استيعاب ثاني اكسيد الكربون ، حيث يمكن امتصاص 7.5 مليون طن من الكربون في العام الواحد ، وان تثبيت خمسة بلايين طن من غاز ثاني اكسيد الكربون يحتاج الى سبعة ملايين متر مربع من الاشجار ، وهذا ما يعادل مساحة استراليا ، وبما ان 50 % من CO_2 الناتج تمتصه البالوعات الطبيعية ، لذا فان غابة لها نصف مساحة استراليا تكفي لوقف تزايد هذا الغاز ، وربع هذه المساحة يسهم بشكل جيد في تخفيض نمو ظاهرة الصوبة الصناعية او ظاهرة البيت الزجاجي [7].

ولقد إنصبت جهود العلماء وركزت على موضوع التشجير ، فان أمريكا وحدها أنجزت خطة تم خلالها زراعة مئة مليون شجرة خلال الفترة (1992- 1988) من اجل ضمان امتصاص غاز ثاني اكسيد الكربون ، وخصصت الخزينة الامريكية لانجاز هذه الخطة ما يعادل 372 بليون دولار [111] ، والعلماء جاهدون للبحث

عن أشجار سريعة النمو تستطيع امتصاص ثاني اكسيد الكربون بمقادير قياسية ، وادخال مجال الهندسة الوراثية من اجل تطوير الاشجار الجديدة ، والبيئيون يحرصون على المطالبة بعدم الترخيص للمصانع ما لم تزرع ما يكفي من الاشجار لامتصاص ما يفرزه المصنع من ثاني اكسيد الكربون [11,111] ، وتشير الدراسات الى انه يجب زراعة شجرة امام كل لتر وقود يستخدم في ادارة المصانع ، ومئةشجرة اما م كل سيارة كبيرة [5,11] .

وتعتبر النباتات بشكل عام من الطرق الطبيعية التي تقلّل من امتصاص الكثير من الملوثات من الاتربة والغبار وعوادم السيارات ، كما تقوم بامتصاص ثاني اكسيد الكربون وتعطي الاكسجين اللازم للحياة حيث قدر ان زراعة مساحة 1500 هكتار تنتج اكسجيناً كافياً لتنفس مئة ألف شخص مدى الحياة ، وتسهم زراعة الاشجار ايضاً في خفض درجة الحرارة ، لذلك شرعت الكثير من الدول في زراعة حزام اخضر حول المدن في لندن وباريس وموسكو ومدينة الفحيص في الاردن حيث تعمل كمرشحات طبيعية تقلل من ملوثات الهواء [11,76] .

3 - 1 ظاهرة استنزاف الأوزون

من الظواهر التي ادت الى احداث خلل في التوازن البيئي فيما يعرف بـ « ثقب الأوزن » او « استنزاف طبقة الاوزون » حيث ان تدخلات الانسان [139] قد اخترقت الاجواء العليا وباتت تهدد منطقة الاوزون بفعل التفاعلات الضوئية المسؤولة عن التوازن بين الاكسجين والاوزون [17] .

واول من تنبّه الى استنزاف طبقة الاوزون عالمان امريكيان هما مولينا M. Molina ورولاند F. Rowland وكان ذلك في عام 1974 عندما كتبا مقالاً عن مركبات الكلوروفلوروكربون التي تختصر بمركبات « ك.ف.ك » او الفريونات Freons في مجلة الطبيعة ، فقد ثبت ان هذه المركبات تؤثر بشكل مباشر على استنزاف هذه الطبقة مما يسمح بوصول الاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet الضارة الى سطح الارض بمقادير كبيرة مما يؤدي الى ارتفاع درجة حرارة سطح الارض ، إضافة الى ان للأشعة فوق البنفسجية تأثيرات صحية خطيرة منها التسبب في سرطان الجلد ، كما تعمل على تكسير الروابط بين خلايا الانسان والحيوان . وتكمن مشكلة مركبات « ك.ف.ك » باحتوائها على الكلور ، واذا زاد تركيز الكلور

عن 16 جزء بالبليون فان ذلك سيؤدي الى نفاذ الاوزون بسرعة .

وتعتبر مادة « تراي كلوروفلوروميثان Tricholoro Fluoro Methane » ومادة « داي كلوروفلوروميثان Dichloro Fluoro Methane » من اهم مركبات « ك.ف.ك » انتشاراً ، ويقدر ان المركب الاول يبقى في الجو لمدة 75 عاماً قبل ان يتحلّل ، بينما يحتاج المركب الثاني لمدة 110 عاماً ليتحلّل في الغلاف الجوي ، وتكمن خطورة الكلور الموجود في هذه المركبات في قدرته على اكل الاوزون ان جاز التعبير [22] .

واذا وصلت مركبات « ك.ف.ك » الى ارتفاع 20 كيلو متر ضمن طبقة الاستراتوسفير فانها تتعرض للاشعة فوق البنفسجية وتحدث التفاعلات الكيميائية التالية[17,44] :

$$(1)\ \ldots\ldots\ldots\ CCl_3F \xrightarrow[\text{اشعة فوق بنفسجية}]{hv} Cl^{\cdot} + CCl_2F$$

$$(2)\ \ldots\ldots\ldots\ CCl_2F_2 \xrightarrow[\text{اشعة فوق بنفسجية}]{hv} Cl^{\cdot} + CClF_2$$

نلاحظ في التفاعلين (1) و (2) انه ينتج الكلور الحر عن تفاعل مركبات ك.ف.ك الذي يشكل خطراً كبيراً على الاوزون في طبقة الاستراتوسفير من الجو كما يتضح ذلك من خلال التفاعلات فيما يلي :

$$(3)\ \ldots\ldots\ldots\ \underset{\text{كلور حر}}{Cl^{\cdot}} + O_3 \longrightarrow ClO^{\cdot} + O_2$$

$$(4)\ \ldots\ldots\ldots\ ClO^{\cdot} + O \longrightarrow Cl^{\cdot} + O_2$$

وأن ناتج مجموع التفاعلين (3) و (4) ينتج التفاعل التالي :

$$(5)\ \ldots\ldots\ldots\ O_3 + O \xrightarrow[\text{اشعة فوق بنفسجية}]{hv} O_2 + O_2$$

ونلاحظ في التفاعل (5) تحوّل الاوزون الى الاكسجين ، وان هذا التحول يشكل ظاهرة خطيرة [44] حيث يسمح ذلك بنفاذ الاشعة فوق البنفسجية القادمة من الشمس لتصل الى سطح الارض مما يؤدي الى تأين وتفكك لجزيئات الماء كما

يبين ذلك التفاعل (6) :

$$H_2O \xrightarrow[\text{اشعة فوق بنفسجية}]{hv} H^+ + OH^- \quad .... (6)$$

ولقد قدّر العلماء ان كل ذرة كلور تطلق في طبقة الاستراتوسفير يمكنها ان تحطم مئة جزيء من جزيئات الاوزون ، وان زيادة تركيز الكلور يؤدي بالفعل طبقة الاوزون فوق القارة المتجمدة الجنوبية أذى بالغاً [17] . كما ان الطائرات النفاذة الاسرع من الصوت تلوّث الجو بأكاسيد النيتروجين وان المخصبات الكيميائية النتراتية التي تسمّد بها الحقول يمكنها ان تزيد من سرعة تحطيم الاوزون ، اضف الى ذلك ان غاز البروم يؤدي الى تحطيمها [128] ، فمثلاً ان غاز بروموفلوروكربون المستخدم في مكافحة الحرائق يؤدي الى زيادة نسبة البروم في الجو حيث ارتفع تركيزه الى 10% خلال الفترة (1983 - 1978) .

وباختصار ، فان المسؤول الأول عن التصدعات التي اصابت طبقة الاوزون مما ادى الى انخفاض نسبة الاوزون في الغلاف الجوي الغازي هو مركبات (الكلوروفلوروكربون ـ Chloro Fluoro Carbon) التي تستعمل على نطاق واسع في علب رش الايروسولات Aerosols مثل رشاش الشعر ومزيل الرائحة والمبيدات الحشرية والطلاء ومواد التلميع والمطهرات ، كما تستعمل كسائل لتشغيل الميردات والثلاجات ونظم التبريد وتكييف الهواء ، وخصوصاً اجهزة تكييف السيارات حيث ان ذرات ك.ف.ك . تصل بدون تغيير او تبديل خلال عشر سنوات الى خمس عشرة سنة الى الطبقات العليا في الجو ، وتحدث تفاعلات كيميائية معقدة جداً ، وبفعل الاشعاعات الشمسية تتفكك اثناءها ذرات هذه المواد محرّرة جميع مكوناتها فيتمترج بعضها مع عناصر اخرى لتتولد مواد جديدة قادرة على هدم ذرات الاوزون [17,128] .

وفي تقريرللامم المتحدة انه بحلول عام 2000 م ستكون طبقة الاوزون قد تآكلت بنسبة 10 % خلال الصيف في المناطق المعتدلة مناخياً ، الامر الذي سيزيد من نسبة الاصابة بسرطان الجلد الى 26 % بسبب الاشعة فوق البنفسجية التي لها تأثير على الأغشية ، كما ان لها تأثيراً على النبات ، حيث ان كثيراً من النباتات لها حساسية عالية من هذه الاشعة مثل الفاصوليا والفول مما يؤدي الى قلة الانتاج [44]، ويبين الجدول (1 - 1) التأثيرات التخريبية لغاز الاوزون على بعض النباتات .

جدول (1 - 1)

اسم النبات	تركيز الاوزون ملغم / لتر	مدة التعرض	التـأثيـــــــرات
نبات الفجل	0.05	20 يوم	نقصان بنسبة 50 % في الناتج
نبات زهور القرنفل	0.07	60 يوم	ضمور 50 % في نمو الاجزاء المزهرة
نبات التبغ	0.10	5.5 ساعة	ضمور 50 % في نمو الاجزاء المزهرة

جدول يبين تأثيرات غاز الاوزون على النباتات [44]

وان ذبول الغابات وموتها يرجع على الارجح الى عامل النخر الاوزوني في اوراق الاشجار المصابة ، وامكن بالتجربة الاثبات ان الاوزون يسبب تساقطات مهمة للاوراق في الاشجار الحديثة ، ففي اثيوبيا كانت الغابات تغطي ثلث مساحتها في الخمسينات ، وفي عام 1978 لم تعد الغابات تمتد الى اكثر من 40 % والى 1 % في عام 1990 . هذا بالاضافة الى تأثير الاشعة فوق البنفسجية على الاحياء المائية ، فإذا تعرضت الاسماك لمدة خمسة عشر يوماً بنسبة تزيد عن 20 % ، فان ذلك يؤدي الى قتل الصغير منها على عمق عشرة امتار ، ومن مشاكل الاوزون الاخرى ، الارتفاع الشديد في درجة حرارة الارض الامر الذي يسبب الحرائق وموت الاشجار وقلة المياه والتصحر[7,18,22,44,145,155] .

واذا كانت المشكلة كذلك ، فماذا فعلت الدول لمواجهة هذا الاستنزاف الخطير لطبقة الاوزون ؟!

نتيجة لهذه المخاطر الكبيرة دعت الكثير من الدول الى القضاء على منتجات الفريون « ك.ف.ك » إبتداءً من عام1997ومنها المانيا، والبلدان الاسكندنافية والسويد فمثلاً يستخدم غاز رابع كلوريد الكربون (CCl_4) في إطفاء الحرائق وكلوروفورم الميثيل (CH_3CCl_3) كمذيب عضوي حيث قررت تخفيض انتاجها بنسبة 5 % عام 1988 على ان يوقف انتاج هذين المركبين عام 2000 م بالنسبة لغاز رابع كلوريد الكربون وعام 2005 لمركب كلوروفورم المثيل [17,177] .

وكانت امريكا تعبيء وحدها 2.9 بليون علبة من الايروسولات عام 1974 اي ما يعادل نصف الانتاج العالمي ، والآن هناك حرب من جماعة البيئة على علب

الرش لتقليل المنتجات التي تحتوي على مركبات (ك.ف.ك) التي تفتك بطبقة الاوزون في الاستراتوسفير من اجل المحافظة على التوازن الطبيعي للاوزون ، ويتوقع الحد من هذه المشكلة حيث صنعت مادة اخرى بديلاً عن الفريون ، ويشكل هذا الغاز ما نسبته 60 % من استعمالات الثلاجات المنزلية في العالم ، والمادة البديلة هي الفريون 134 التي لها آثار سلبية قليلة جداً على البيئة ، وقد سعت اوروبا الى توقيف استعمال الثلاجات المنزلية اعتباراً من عام 1995 ، وبدأت تستعمل ثلاجات تحتوي على مادة الفريون 134 ، كما ان الشركات تسعى الى استبدال مواد (ك.ف.ك) بمركبات الهالون او الهيدروفلورو ألكان ومنها هالون 1301 وهالون 1211 التي تستعمل في مواد الاطفاء في الاجهزة القابلة للحمل ولاطفاء الحريق . [17,22,125,128]

ويبين الجدول (2 - 1) منتجات الكلوروفلوروكربون ، كما يبين الجدول (3 - 1) البدائل المستعملة حسب تقرير الامم المتحدة للبيئة لشهر آب عام 1989.

جدول (2 - 1)

مواد نظمها بروتوكول مونتريال عام (1987)	القدرة على تدمير الاوزون (كلوروفلوروكربون 11)	قدرة التدفئة العالمية (كلوروفلوروكربون 12)
كلوروفلوروكربون 11	1.0	0.34
كلوروفلوروكربون 12	1.0	1.0
كلوروفلوروكربون 113	0.8	0.49
كلوروفلوروكربون 114	1.0	1.5
كلوروفلوروكربون 115	0.6	2.8
كلوروفلوروكربون 1211	3	--
كلوروفلوروكربون 1301	10	--

جدول يبين منتجات الكلوروفلوركربون [22,92]

جدول (3 - 1)

بدائل الكلوروفلورو كربون	القدرة على تدمير الاوزون (كلوروفلوروكربون 11)	قدرة التدفئة العالمية (كلوروفلوروكربون 12)
هيدروكلوروفلوروكربون 22	0.05	0.098
هيدروكلوروفلوروكربون 123	0.02	0.064
هيدروكلوروفلوروكربون 124	0.02	0.100
هيدروكلوروفلوروكربون 141B	0.10	0.029
هيدروكلوروفلوروكربون 142B	0.06	0.11
هيدروكلوروفلوروكربون 134A	0.0	0.039
هيدروكلوروفلوروكربون 192A	0.0	0.0091

جدول يبين بدائل الكلوروفلوروكربون [22,92]

ومن المهم أن أذكر هنا ، أن مواد (ك.ف.ك) ليست الوحيدة التي تعمل على تحطيم الاوزون واستنزافه ، فبالاضافة اليها فان أكاسيد النيتروجين ومنها اول اكسيد النيتروجين Nitrogen Monoxide الذي يتكون اثناء حرق وقود الطائرات النفاذة التي تحلّق على ارتفاعات في منطقة وجود الاوزون حيث اثبتت الدراسات ان وسائط النقل فوق الصوتية Super Sonic Transport تقلّل من الطبقة الواقية من الاوزون المحيط بالكرة الارضية مما يؤدي الى انتشار سرطان الجلد كما اشرت الى ذلك سابقاً [22] .

1 - 4 ظاهرة المطر الحامضي Acid Rain Phenomenon

ان السبب الرئيس وراء تشكل المطر الحامضي هو تلوث الجو بغازات الاكاسيد [14] مثل أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت التي تنطلق من مصادر صناعية او انشطة انسانية [139] ، خاصة الناتجة عن احتراق الفحم الحجري والوقود المستعمل في وسائل المواصلات بفعل عوادم السيارات والطائرات والمصانع وجسيمات المبيدات الحشرية ، وبسبب الحروب التي تنبعث منها انفجارات القنابل [6,11,14,19,23,138] ، حيث تتفاعل هذه الاكاسيد مع بخار الماء في الجو مما

يؤدي الى تشكيل رذاذ حامضي يسقط على هيئة امطار حامض الكبريتيك H_2SO_4 وحامض النيتريك HNO_3 وحامض الكربونيك H_2CO_3 وغيرها التي تسقط على مياه البحار والانهار ، وتترك آثاراً مدمرة على التوازن الطبيعي بسبب زيادة حموضة هذه المياه حيث تقل درجة الرقم الهيدروجيني (pH) الى اقل من 5.6 مما يؤثر على طبيعة المياه ونوعيتها ، إضافة الى قتل الكائنات الحية كالاسماك في الكثيرمن البحيرات في مناطق مختلفة من العالم وتحدث آثاراً بالغة في التربة [14] .

وتوضّح التفاعلات الكيميائية التالية كيفية تشكل المطر الحامضي حيث يعتبر كل تفاعل تفاعلاً منفصلاً يحدث في خطوة واحدة :

(7) .... $2SO_2 + 3H_2O \xrightarrow[\text{تفاعلات كيميائية}]{\text{اشعة الشمس}} SO_3 + H_2SO_4 + 2H_2$

ثاني اكسيد الكبريت ... حامض الكبريتيك

(8) .... $2NO + 3H_2O \xrightarrow[\text{تفاعلات كيميائية}]{\text{الاوزن}} NO_2 + HNO_3 + 5/2\ H_2$

أول اكسيد النيتروجين ... حامض النيتريك

(9) .... $HNO_3 + NaCl \longrightarrow HCl + NaNO_3$

حامض النيتريك ... حامض الهيدروكلوريك

(10) .... $CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{تفاعلات كيميائية}]{\text{اشعة الشمس}} H_2CO_3$

ثاني اكسيد الكربون ... حامض الكربونيك

ويمكن تلخيص التفاعلات السابقة التي تشكل المطر الحامضي فيما يلي :

$$\begin{bmatrix} SO_2 \\ NOx \\ COx \\ HCl \\ HPO4 \end{bmatrix} + H2O \xrightarrow[\text{تفاعلات كيميائية}]{\text{الاوزون ،اشعة الشمس}} \begin{bmatrix} H_2SO_4 \\ HNO_3 \\ H2CO3 \\ HCl \\ H_3PO_4 \end{bmatrix}$$

إن أبخرة المصانع ـ كما اشرت ـ تلعب دوراً في تكوين المطر الحامضي ، فمثلاً تلقى مصانع مدينة (سان باولو) البرازيلية 10000 كيلو غرام من حامض الهيدروكلوريك في الهواء سنوياً [14]، وتكمن خطورة الامطار الحامضية في حال وصول درجة الرقم الهيدروجيني (pH) الى اقل من 5.6 حيث يسبب المطر الحامضي متاعب للجهاز التنفسي وتهيج بطانة العين والانف والحنجرة[107] ، كما تؤثرعلى الكائنات المائية مسببة موتها، ففي منطقةجنوب النرويج تحولت 1600بحيرة الى بحيرات حامضية ووصل الرقم الهيدروجيني الى اقل من 5 ، مما ادى الى خلو هذه البحيرات من الاسماك تماماً ، وفي السويد ما يقارب 1500 بحيرة لاقت نفس المصير بالاضافة الى عشرات البحيرات المنتشرة في الدنمارك وفنلندا والمانيا [11,14,44,107,126] .

ولقد أثار انتباه العلماء منذ سنوات موت بقاع كثيرة من الغابات وظهور علامات التسمم على بعض الاشجار فور سقوط الامطار الحامضية خاصة في المانيا وفرنسا وانجلترا وامريكا وكندا ، والسبب في ذلك يعود الى تلوث مياه الامطار بكميات هائلة من الاحماض ، فمثلاً ان تركيز أيون الهيدرونيوم [H_3O^+] يعتبر معياراً لزيادة او نقصان درجة الرقم الهيدروجيني ، واذا وصل الرقم الهيدروجيني للامطار الحامضية الى 4.2 او اقل من ذلك ، فان فسيولوجيا النبات والخلية تتأثران بذلك بشكل سيء حيث تلحق اضراراً وحروقاً في أطراف الاوراق والنموات الحديثة، وقد يؤدي الى موت الشجرة او النبات بالكامل [14,61,147] .

كما تسببت الامطار الحامضية باحداث اضرار كبيرة في الغابات والمراعي والبحيرات المائية ، وبينت رابطة المزارعين الالمانية ان خسارة المانيا بسبب التدمير الناجم عن الامطار الحامضية تصل الى 700 مليون دولار سنوياً ، وقدرت الاضرار الناتجة عن هذه الامطار على اوراق الغابات في عام 1983 بـ 34 % في حين ارتفعت هذه النسبة الى 50 % عام 1985 ، ولم تكن هناك دلائل عن وجود اضرار من هذا النوع على الاشجار بصفة عامة في اوروبا عام 1970 ، واكدت الدراسات ان 52 % من الاشجار قضي عليها بالكامل في المانيا بسبب الامطار الحامضية ، ففي عام 1981 في مقاطعة (باد ـ روتمبرج) الالمانية كانت نسبة الاشجار المريضة من الفصيلة الصنوبرية 6 % ، ووصلت هذه النسبة الى 94 % في عام 1983 [14] .

وتقدر اضرار الامطار الحامضية في امريكا على المحاصيل والغابات ومواطن

صيد الاسماك بـ (ثمانية بلايين دولار) ، وان هناك 3000 بحيرة و 2300 من المجاري المائية تعاني من اضرار المطر الحامضي ، كما اعلن ذلك المكتب الامريكي للتكنولوجيا عام 1983 [20] .

وأذكر هنا ، ما نتج عن حرب الخليج الثانية في عام 1991 التي لوّثت البيئة العراقية ، وما حولها حيث تساقطت الامطار الحامضية مثل حامض الكبريتيك وحامض الهيدروكلوريك وغيرهما بسبب تصاعد كميات كبيرة من الابخرة والغازات السامة مثل اكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت ، حيث تم حرق كميات من الغاز الطبيعي تصل الى اكثر من 2.25مليون متر مكعب . فضلاً عن حرق ثلاثين مليون متر مكعب من غاز كبريتيد الهيدروجين واكثر من 1.5 مليون متر مكعب من المنتجات النفطية واحتراق الناقلات المحملة بالبترول في الموانيء بما يعادل 490000 طن من النفط الخام [87,90] ، ولنتصور تلك الارقام المفزعة التي نجمت عن عمليات الحرق هذه حيث تصاعدت كميات كبيرة جداً من الأكاسيد المختلفة ، التي اتحدت مع جزيئات الماء مسببة أمطاراً حامضية مدمّرة للبيئة العراقية بمقوماتها المختلفة من مياه وتربة ومحاصيل زراعية [90,101] ، بالاضافة الى تأثيرها السيء والخطر على صحة الانسان مما احدث خللاً في التوازن البيئي في المنطقة وما حولها [87] .

ويمكن قياس تلوّث البيئة بالمطر الحامضي عن طريق قياس الملوثات الاولية المسببة ، وكذلك قياس درجة الرقم الهيدروجيني للمطر وللمسطحات المائية باستخدام جهاز pH - Meter [14,61,147] .

5 - 1 ظاهرة تدهور الغابات

لقد أشرت الى ظاهرة موت الكثير من الغابات وخصوصاً في المانيا بسبب المطر الحامضي والاكاسيد المنبعثة من حركة السيارات والمصانع ومراكز الاحتراق وتأثير الاوزون ، وهناك اسباب اخرى ادت الى تدهور الغابات في العالم ومنها الاعتداء الجائر على الثروة الحرجية من قبل الانسان نفسه ، بالاضافة الى نشوب الحرائق في كثير من الغابات بسبب ارتفاع درجة الحرارة او بسبب الاهمال الناتج عن تصرفات الانسان اللامسؤولة ، فمثلاً إن تدهور الغابات في منطقة الشرق الأوسط وشمال أفريقية هو المسؤول عن تدهور بيئة هذه المناطق وتوجهها نحو الجفاف

وظهور السيول القوية ، ويبدو ذلك جلياً في المناطق الداخلية من سوريا ولبنان والأردن والجزائر والمغرب وتونس [12,2,43,81] .

وبسبب القضاء على الغابات فان فعالية التركيب الضوئي تتقلص باستمرار ، وتعتبر عملية التمثيل الضوئي هذه أساس استمرار الحياة على الارض ، حيث يستغل جزء من الطاقة الشمسية في هذه العملية [44] ، ولتوضيح ذلك فانه يمكن تقسيم الكائنات الحية الى نوعين : الكائنات المنتجة وتتمثل بالنبات الاخضر ، والكائنات المستهلكة وتتمثل بالانسان والحيوان .

ويستغل النبات الاخضر الطاقة الشمسية وبمساعدة مادة الكلوروفيل يتحول غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 الى مادة خلوية حيّة ويتحرر الاكسجين كما يتضح ذلك في التفاعل الكيميائي (11) .

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow[\text{(P,N,Si)}]{} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \qquad (11)$$

ماء ، ثاني اكسيد الكربون — كلوروفيل ، الطاقة الشمسية / مغذيات أخرى (P,N,Si) (سليكون ، نيتروجين ، فسفور) - (عملية التركيب الضوئي من قبل النبات) — كربوهيدارات (مركب عضوي يختزن) ، اكسجين

وبهذه الطريقة يتم تحويل الطاقة الشمسية الى طاقة كيميائية مخزونة في المركبات العضوية الناتجة عن عملية التركيب الضوئي ، ويتحرر الاكسجين الى الجو حيث يستهلك من قبل الانسان والحيوان ، حيث تحرق الكربوهيدرات في اجسامها بواسطة الاكسجين في عملية التنفس لتوليد الطاقة اللازمة لبقاء الكائن الحي على قيد الحياة ، والفضلات الناتجة من هذه العملية غاز CO_2 وبخار الماء ، أي أن التفاعل الكيميائي (11) يسيرفي الاتجاه المعاكس تماماً من قبل الكائنات المستهلكة وبذلك يتم التوازن وتستمر الحياة

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \longrightarrow CO_2 + 6H_2O \qquad (12)$$

كربوهيدرات ، اكسجين — [- الاستهلاك من قبل الانسان والحيوان - عملية الاحتراق] — ثاني اكسيد الكربون ، ماء

كما ان القطع الجائر للغابات وخصوصاً في المناطق المدارية وبشكل مستمر لا يسمح باستخدام الفائض في عملية التركيب الضوئي لغاز ثاني اكسيد الكربون الذي يؤدي الى احداث تغيّر في حالة المناخ على الكرة الأرضية عن طريق ارتفاع درجة حرارة الجو . إضافة الى بعض الكيماويات التي لها تأثير سيء على الغابات ، فمثلاً الفلور الناتج عن صناعات الالمنيوم والفوسفات له تأثير واضح على النبات الطبيعي ، حيث أثبتت الدراسات في مناطق الغابات المجاورة لمصانع الالمنيوم والفوسفات أن أوراق الاشجار المكونة للغابات الطبيعية تصيبها حروق يمكن أن تؤدي الى موت الاوراق [12,14,21,44,81] .

ويبين الشكل رقم (1) أسباب موت الغابات في العالم حيث انحصرت هذه الاسباب في تأثير الامطار الحامضية والأكاسيد الناتجة من مراكز الاحتراق ، اضافة الى تأثير الاوزون السيء على الغابات وتدهورها [21].

شكل (1)

ثاني اكسيد الكبريت
مراكز الاحتراق
امطار حامضية
بحيرات
مواد
اكسيد النيتروجين
حركة السيارات
غابات
اوزون
الوقود
البخر
المواد الهيدروكربونية
المذيبات

أسباب موت الغابات [21] .

إن هذا التدهور للغابات انعكس سلبياً على الحيوانات البرية التي اخذت بالانقراض بسبب فقدان التوازن الطبيعي في مناطق كثيرة من العالم ، فمثلاً يعتبر الغزال في طور الانقراض من البادية السورية حيث لم يبق منه إلا عدد محدود ، هذا بالاضافة إلى انقراض انواع مختلفة من الطيور في أماكن كثيرة .

وتقدّر مساحة الاراضي في الوطن العربي بـ 1378 مليون هكتار مربع ، كما تبلغ مساحة الاراضي القابلة للزراعة 0.27 هكتار مربع عام 1985 وفي عام 1993 وصل نصيب الفرد الى 0.21 هكتار * [65] .

وتشير الاحصائيات الى ان 99 % من أراضي الأردن معرضة بدرجات متفاوتة من التصحر ، يليها اليمن حيث أن نسبة 97 % من أراضيه معرضة للتصحر ، أما في العراق فان 92.5 % من مجموع مساحات العراق تقع بدرجات متفاوتة تحت تأثيرالتصحر ** [65] .

ويزرع في الأردن حالياً 27000 هكتار من مجموع الاراضي القابلة للزراعة المروية البالغ 47000 هكتار بسبب شح المياه ، في حين تبلغ مساحة المراعي حوالي مليون هكتارمربع ، وتعد هذه المساحات نسبة صغيرة من مساحة الأردن الكلية البالغة 9.25 مليون هكتارمربع *** [65] .

ويعاني الأردن من تدهور في حالة الغطاء النباتي بسبب الرعي الجائر وأساليب الحراثة الخاطئة واقتلاع الاشجار الحرجية مما أدى الى انجراف التربة ، كما ان التلوث بالاكياس البلاستيكية والتملح يهدّد طبقة التربة الزراعية العليا ، وانعكس ذلك على قطاع الحياة البرية النباتية والحيوانات حيث انقرض الكثير من الحيوانات البرية بسبب الصيد الجائر والتطور الحضري واستعمال مبيدات الآفات وإزالة الغطاء النباتي الاخضر ، ومنها المها العربي والنمر المرقط والنعامة وهناك حيوانات على حافة الانهيار مثل الغزال الحمري والغزال الريم والغزال الصحراوي ، كذلك الحال بالنسبة للطيور مثل الحجل والحمام والحبارى بسبب الاستعمال المتزايد للمخصبات والمبيدات الكيماوية التي كان لها أثر سلبي في حياة الطيور المهاجرة .

---

* أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، نحو استراتيجية اقليمية وعربية لحماية البيئة [65] .

** أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، نحو استراتيجية اقليمية وعربية لحماية البيئة [65] .

*** بشار الكالوب وجمال الرحايلة ، حالة البيئة في الأردن : الموارد الطبيعية ، المياه ، التربة [65] .

كما ان الحياة النباتية حيث تشير الدلائل إلى أن الغطاء النباتي أصبح في وضع متدهور بسبب القطع العشوائي للغابات البرية والمملوكة في المرتفعات الجبلية لاستغلال الاخشاب ، ويتعرض الغطاء النباتي العشبي ايضاً للرعي الجائر والحريق ، وخلاصة القول أن الغطاء النباتي يدار بطريقة غير سليمة * [65] .

وقد تنبه الاردن إلى تأثير ذلك على التوازن الطبيعي في البيئة الأردنية ، وسعى الى الاهتمام بمشاريع المحميات الطبيعية التي تشرف عليها الجمعية الملكية لحماية الطبيعة ، وتتوزع المحميات في مختلف مناطق المملكة مما تضفي جمالاً على البيئة الاردنية وتسهم في التقليل من مشاكل التلوث البيئي ، ومن هذه المشاريع مشروع محمية ضانا في مدينة الطفيلة ومحمية زوبيا ومحمية الشومري .

بالاضافة الى ذلك فإن هناك اهتماماً بمشروع إحياء واحة الأزرق وبعثها من جديد بعد أن انخفض منسوب المياه الجوفية في الحوض بمقدار ثمانية أمتار نتيجة الضخ الجائر للمياه ، والعمل على ان تكون واحة وارفة الظلال تتدفق فيها الينابيع والعيون العذبة ، لتشكل هذه الواحة بحيرات لتربية الاسماك ومأوى للطيور المهاجرة، ويهدف هذا المشروع ايضاً إلى تحويل الازرق لتكون منطقة جاذبة للسكان وتشجيع زراعة الاشجار المثمرة والنباتات المقاومة للجفاف، وأشجار النخيل ذات القدرة على امتصاص الغبار التي تصلح كمصدات للرياح ، وأن هذا المشروع يكتسب أهمية بيئية حيث يحافظ على التوازن البيئي في المنطقة وأهمية مناخية واقتصادية تتمثل في بعث الحياة في واحة الازرق . وأرفق هنا جدولاً يبين اسماء المحميات التابعة للجمعية الملكية لحماية الطبيعة .

* بشار الكلوب وجمال الردايده ، حالة البيئة في الأردن : الموارد الطبيعية ، المياه ، التربة [65] .

جدول (4 - 1)

اسم المحميــة	المساحة بالدونمات	سنة الانشـاء
الشومري	202000	1975
الازرق المائية	12000	1977
وادي الموجب	212000	1987
الازرق الرعوية	300000	1982
زوبيــا	13000	1988
ضــانـا	100000	1988
وادي رم	560000	1988

المحميات التابعة للجمعية الملكية لحماية الطبيعة

كما ان المتنزهات القومية تسهم هي الأخرى في تجميل البيئة وحماية التربة وحفظ التوازن البيئي ، فهناك متنزهات كثيرة في مناطق شتى من المملكة منها متنزه دبين في محافظة عجلون ومتنزه زي في محافظة البلقاء ، ومتنزه عمان القومي ، بالاضافة الى ان وزارة الزراعة ممثلة بمديرية الحراج تسهم هي الاخرى في زراعة الاشجار في الاماكن المرتفعة والوعرة وحفظ التربة من التدهور والانجراف [36,37,43,110] ، ولكن المشوار طويل في هذا المجال فما زالت هناك مساحات شاسعة في الاردن غير مزروعة بالاشجار الحرجية ، وأن مظاهر العبث من قبل البعض حيث تتعرض المناطق المزروعة للحرائق نتيجة عدم الوعي والاستهتار وعدم المسؤولية مما يؤثر على بيئتنا الجميلة وعلى هذه الثروة الحيوية والمهمة .

وبشكل عام ، تعتبر نسبة الغابات في الوطن العربي منخفضة مقارنة مع دول العالم ، فمثلاً تصل النسبة في سوريا الى 2 % ، وهكذا الحال لبقية الدول العربية حيث تعتبر منخفضة ، وأورد هنا جدولاً يبين النسب المئوية لمساحة الغطاء الخارجي من الغابات من مساحات بعض الدول الكلية [12,21,81] .

جدول (5 - 1)

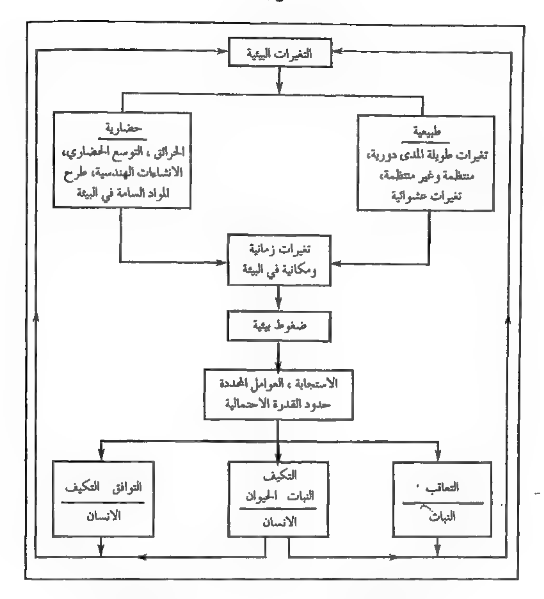
اسم الدولة	سنة الانشاء
الوطن العربي (سوريا مثلاً)	منخفضة (2 %)
ايطاليا	% 3.5
بريطانيا	% 5
هولندا	% 6
الصين	% 9
اليونان	% 15
الهند	% 18
فرنسا	% 26
السويد	% 52

النسبة المئوية للغابات في بعض دول العالم [21]

يبين الجدول أعلاه أن نسبة الغابات في الوطن العربي منخفضة بالنسبة للمساحة الكلية، وهذا يدعو عالمنا العربي إلى ضرورة زيادة مساحة الرقعة الخضراء والتشجير المستمر وخصوصاً زراعة الاشجار الحرجية التي تسهم في المحافظة على التوازن البيئي في منطقتنا العربية .

وجدير بالاشارة هنا ذكر التغيرات البيئية وما يترتب عليها من ضغوط بيئية التي أثّرت على التوازن الطبيعي ، وكان لها نتائج واضحة بالنسبة للانسان والحيوان والنبات ، ويبين الشكل رقم (2) التغيرات البيئية وما يترتب عليها من ضغوط بيئية .

شكل (2)



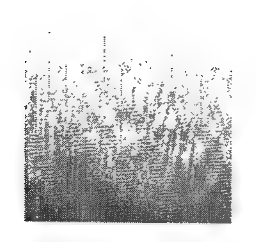
التغيرات البيئية وما يترتب عليها من ضغوط بيئية [85]



الفصل الثاني

تلـــــــوث الهـــــــواء

Air Pollution



تلوث الهواء

2-1 الهواء النقي

يتكون الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية من مواد ذات مقادير محدّدة حيث يشكل غاز النيتروجين ما نسبته 78 % والاكسجين 21 % وثاني اكسيد الكربون 0.033 % والارغون 0.9 % وآثار بسيطة من غازات النيون والهيليوم والكربتون والهيدروجين وبخار الماء وغيرها ، وقد تتواجد المواد الصلبة مثل الغبار والدخان على شكل حبيبات تتراوح أقطارها ما بين (30 - 0.01) ميكرون ، وحبيبات صغيرة جداً تتراوح أقطارها ما بين(0.1 - 0.01) ميكرون ، وهي مواد ناتجة من البراكين والنيازك المتحللة والاشعاع الطبيعي ، فهذه هي المكونات الاساسية في الوضع الطبيعي او فيما يعرف بالهواء النقي [11,14,62,145] .

2-2 الهواء الملوّث

بسبب فعاليات الانسان المختلفة [139] وعبثه في مقومات التوازن الطبيعي للهواء ، أصبحت النسب الطبيعية للهواء النقي غير ثابتة ، وان اي خلل أو اضطراب يدخل الى مكونات الهواء الطبيعية ، سيحدث ارتكاسات على الصحة العامة وعلى البيئة تتجلى بأشكال شتى [149,167] ، حيث ان خطورة الآفة واهميتها يتناسبان مع مدى هذا الاضطراب في الاتزان الذي قد يطرأ على نسبة الغازات المهمة مثل الاكسجين وثاني اكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وغيرها .

وتبعاً لطبيعة الشوائب يمكن لبعض ملوثات الهواء ان تكون سامّة إذا وجدت في الهواء ، حتى ولو بتراكيز ضئيلة في حين لا تصبح بعض الملوثات مؤذية إلا عندما يصبح تركيزها عالياً جداً ، ويعتمد ذلك ايضاً على مدة التعرض لهذه الملوّثات [20]، ولقد تأثرت منطقتنا العربية حيث ان التغير في مواصفات الهواء أصبح واضحاً بسبب تضاعف تركيز الملوثات عدة مرات نتيجة لنشاط الانسان ، فمثلاً لقد زاد استهلاك الفرد من الكهرباء في السعودية إلى اربعة أضعاف ، وخمسة أضعاف في الأردن ، وستة أضعاف في عمان ، وتسعة أضعاف في اليمن خلال الفترة (1987- 1970) مما زاد من انبعاث ملوثات الهواء الى درجة كبيرة * [65] .

* أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، نحو استراتيجية إقليمية وعربية لحماية البيئة .

وقد عرّف خبراء في منظمة الصحة العالمية (WHO) الهواء الملوّث بأنه :
(الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتوياً على مواد بتراكيز تعتبر ضارة بصحة الانسان أو بمكونات البيئة ضمن طبقة التروبوسفير من الغلاف الجوي المحيط بالكرة الأرضية والتي تمتد الى مسافة(15 - 8) كيلومتر ، حيث أن هذه الطبقة تحتوي على الاكسجين والنيتروجين وثاني اكسيد الكربون والأرغون وبخار الماء بنسب ثابتة) [11,20,145,184] .

وهناك ملوّثات أدت إلى تلويث الهواء ومنها الغازات الناتجة عن احتراق الفحم، كما ان المركبات الكيميائية وتفاعلاتها المختلفة تسهم هي الاخرى في تلويث الهواء واحداث خلل في تركيبه الطبيعي ، هذا بالاضافة الى عوادم السيارات والطائرات والمصانع التي تترك تأثيراً سيئاً على البيئة حيث تعتبر هذه المواد والغازات الناتجة تركيزات ضارة بالانسان او بمكونات البيئة ، وأذكر فيما يلي الملوّثات الاساسية للهواء .

3 - 2 تلوّث الهواء بالملوّثات الصناعية

تعتبر الغازات المنبعثة الى الجو والناتجة عن عوادم السيارات والمصانع ومولدات الطاقة وغيرها من فعاليات الانشطة الصناعية من اخطر الملوّثات التي تلوّث الهواء ، ومنها أكاسيد الكربون والنيتروجين والكبريت وغيرها من الغازات التي اخذت تتراكم في الجوّ بنسب عالية جداً ، وسأتناول هذه الملوثات بالتفصيل .

أولاً : تلوّث الهواء بأكاسيد الكربون (CO_x)

من اهم الاكاسيد التي تنبعث من عوادم السيارات والمصانع غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2 ، وأن زيادة انبعاث هذا الغاز يؤدي الى زيادة تركيزه في الجو ، ويقدّر العلماء كمية ثاني اكسيد الكربون الناتج عن حرق الطاقة بـ 13 بليون طن في عام 2000 م .

واذا وصل تركيز CO_2 الى الضعف في الجو ، فان درجة حرارة الارض سترتفع بمعدل 1.5 درجة مئوية ، وان ذلك سيؤدي الى ارتفاع منسوب مياه البحر متراً واحداً نتيجة ذوبان الجليد في مناطق القطبين الشمالي والجنوبي ، وان لارتفاع درجة الحرارة تأثيراً على الزراعة حيث ستنخفض انتاجية المحاصيل من % (17 - 3) ،

إضافة الى تشجيع نمو الحشرات والامراض التي تؤثر على انتاج النبات ، كما ستؤدي الى كوارث في العالم وحرائق في الغابات ، وقد أشرت الى ذلك عند حديثي عن ظاهرة الصوبة الصناعية فيما سبق [7,14,21,44,145] .

ويعتبر غاز ثاني اكسيد الكربون المسبّب الرئيسي لحدوث ظاهرة تسخين الارض حيث كان تركيز CO_2 270 جزء بالمليون في عام 1850، بينما يزيد تركيزه الآن عن 345 جزء بالمليون ، ولقد اصبح من المؤكد ان هناك زيادة سنوية مفزعة في تراكيز غاز ثاني اكسيد الكربون تصل الى 0.7 جزء بالمليون بسبب احتراق الوقود المستخدم في التدفئة وتوليد الكهرباء وحرق الفضلات الناتجة من عوادم السيارات التي اخذت اعدادها الكبيرة جداً تكتظ بها الطرقات والشوارع في القرية والمدينة [5,9,21,184] ، وقد نشرت مجلة الايكونومست البريطانية تقريراً لها في عام 1996م بيّنت فيه ان هناك 500 مليون سيارة عاملة في العالم اليوم ، أي عشرة اضعاف النسبة التي كانت قبل خمسين عاماً ، ويتوقع ان يصل عددها عام 2030 م الى بليون سيارة و 500 مليون شاحنة ودراجة . وأبيّن هنا بمعادلات كيميائية كيفية تكوّن غاز ثاني اكسيد الكربون داخل مفاعل الحفز في السيارات [5] .

$$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O \quad \text{......... (13)}$$

ميثان — اكسجين — ثاني اكسيد الكربون — بخار الماء

$$2C_6H_6 + 15O_2 \longrightarrow 12CO_2 + 6H_2O \quad \text{......... (14)}$$

بنزين

وفي الأردن ، ونظراً للتزايد في أعداد المركبات الذي وصل الى 90 ضعفاً منذ عام 1950،نتيجة لازدياد عدد السكان والهجرات القسرية فان نسبة الملوثات الناتجة من عوادم السيارات تعتبر من اكثر المشاكل البيئية حساسية ، حيث ان زيادة اعداد المركبات ادت الى ظهور مشاكل بيئية كارتفاع درجة الحرارة في مناطق وسط عمان ومراكز المدن الاخرى ، والى تزايد تراكيز الملوثات في الهواء خاصة ان اكثر من 70 % من المركبات المسجلة تؤم العاصمة عمّان يومياً [9,88] .

ويبين الجدول (1 - 2) عدد المركبات العاملة في الاردن ونسبة الزيادة السنوية خلال الفترة (1987 - 1972) .

جدول (1 - 2)

السنة	عدد المركبات	الزيادة السنوية (٪)
1972	26698	1.2
1973	30814	15.42
1974	37131	20.50
1975	47243	27.23
1976	60455	27.97
1977	79493	31.49
1978	97402	22.53
1979	117250	20.37
1980	135271	15.37
1981	156924	16.00
1982	177849	13.33
1983	197783	11.20
1984	211657	7.01
1985	221454	4.63
1986	232361	4.93
1987	242216	4.24

عدد المركبات ونسبة الزيادة السنوية في الاردن [9]
خلال السنوات (1987 - 1972)

وبيّنت النتائج للعينات التي تم فحصها ان هناك تجاوزاً كبيراً في تركيزالملوثات المنبعثة من عوادم المركبات مثل أول اكسيد الكربون وثاني اكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت والهيدروكربونات بمعدلات أعلى من المسموح بها قد تؤدي الى الوفاة في حالة تعرّض الشخص لها لفترة طويلة ، كما

ان هناك تجاوزاً مماثلاً لتركيز مركبات الهيدروكربونات التي لها تأثيرات سيئة على صحة الانسان وعلى البيئة [88,190] .

وبيّنت الدراسة أيضاً ان 60 % من المركبات التي تم فحصها من سيارات الديزل تطلق دخاناً بكثافة عالية جداً ، وتتجاوز كل المواصفات العالمية والتعليمات المحلية حيث يعمل هذا الدخان على تلويث الهواء ، كما أن الجزيئات التي يحتوي عليها الهواء تؤثر على الجهاز التنفسي والرئتين ، وأن سبب التجاوز في هذا التركيز يعود الى انعدام برنامج الصيانة المنتظم للمركبات وعدم اهتمام مالكي المركبات بتركيز هذه الملوثات من ناحية بيئية ولارتفاع اسعار القطع وكلفة الصيانة ، واوضحت الدراسة من خلال نتائج التحليل الاحصائي ان هناك علاقة طردية بين عمل المحرك او المركبة وتركيز هذه الملوثات حيث ان زيادة عمر المركبة يؤدي الى ظهور اخطاء في ميكانيك المركبة كنقص كفاءة المحرك وزيادة تبخر الملوثات منها وحدوث عدم انتظام في نظام الاحتراق داخل الغرفة مؤدياً الى خروج وقود محترق جزئياً او غير محترق [11, 88] .

وتساهم الملوثات الناتجة من عوادم السيارات في حقن الجو بنسبة 60 % من ملوثات الهواء ، حيث ان الاضرار تتمثل بنواتج الاحتراق التي تعمل على زيادة تركيز ثاني اكسيد الكربون في الجو ، مما يؤدي الى إصابة الانسان بضيق التنفس وامراض السعال وارتفاع درجة الحرارة والصداع وسرعة النبض وارتفاع الضغط ، وقد تصل الاخطار الى حد تسمم الدم ، ويؤدي الى الوفاة اذا زادت نسبته في الهواء عن 0.01 % [5,14,140,172] .

ويبين الجدول (2 - 2) اسباب الوفاة ونسبتها في الاردن عام 1979 حيث ان للملوثات الهواء علاقة مباشرة في امراض القلب والدورة الدموية وأمراض الجهاز التنفسي والسرطان .

جدول (2 - 2)

المــرض	نسبة الوفاة (%)
أمراض القلب والدورة الدموية	% 23
أمراض الجهاز التنفسي	% 20
الاسهــالات	% 16

تابع جدول (2 - 2)

المــرض	نسبة الوفاة (%)
الحـــــوادث	% 9
السرطـــــان	% 5
ســوء التغذيـة	% 3
أخـــرى	% 24
المجمـــوع	% 100

أسباب الوفاة ونسبتها في الاردن عام 1979 [9]

كما يبين الجدول (3 - 2) تأثير قطاع النقل على البيئة في الاردن حيث ينتج عن وسائط النقل ملوثات خطيرة وبكميات كبيرة .

جدول (3 - 2)

المادة الملوثـة	الكمية الناتجة عن احتراق البنزين (طن / سنة)	الكمية الناتجة عن احتراق السولار (طن / سنة)	المجموع (طن / سنة)
ثاني اكسيد الكربون	612000	1222400	18344400
ثاني اكسيد الكبريت	47	2210	2257
أكاسيد النيتروجين	10286	9575	19843
هيدروكربونات	17748	736	18484
سنـاج	74	736	814
رصـاص	4	—	40
أول اكسيد الكربون	102744	5892	108436

تأثير قطاع النقل على البيئة في الاردن عام 1988 [9]

إن الحد المسموح به عالمياً لتلوث الهواء بغاز ثاني اكسيد الكربون هو 310 جزء بالمليون ، وإذا تجاوز ذلك ، فان التأثيرات الصحية لهذا الغاز على الانسان والبيئة تصبح خطيرة ، ويمكن قياس التلوث بغاز CO_2 باستخدام جهاز التحليل الذاتي Auto Analyzer او اجهزة صغيرة مثل Carbon Dioxide Detector اوعن طريق

تفاعل ثاني اكسيد الكربون مع الهيدرازين Hydrazine مكوناً حامض الكربونيك أحادي الهيدرازين Carbonic Acid Mono Hydrazine [15,138,185] ، كما يبين التفاعل الكيميائي رقم (15) ذلك .

$$(15) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad CO_2 + NH_2 . NH_2 \longrightarrow NH_2 . NHCOOH$$

ثاني اكسيد الكربون   هيدرازين   حامض الكربونيك أحادي الهيدرازين

ومن أكاسيد الكربون التي تنتج عن الاحتراق غير الكامل غاز اول اكسيد الكربون (CO) ، الذي له تأثير خطير على تلويث الهواء ، ويتصف هذا الغاز بانه عديم اللون والطعم والرائحة ، واذا وصل تركيز(CO) في الجو الى 400 جزء بالمليون ، فان له تأثيراً خطيراً على الانسان حيث يسبب الصداع والغثيان وآلاماً في المعدة ، وارتخاءً في العضلات وفقدان الوعي ، ونزيفاً دموياً في شبكية العين [14,15,145,149] .

ولغاز اول اكسيد الكربون قابلية على الانحلال في بلازما الدم بقدر ما ينحل في الماء ، ويتأكسد الى غاز ثاني اكسيد الكربون عند تماس بعض الاكاسيد المعدنية مثل أكاسيد النحاس (Cu_mO_x) وأكاسيد الفضة ($Ag_m O_x$) ، كما انه يتأكسد في الطبيعة الى غاز ثاني اكسيد الكربون بوجود أشعة الشمس بمعدل 1 % من حجمه في الساعة ، والتفاعل الكيميائي يوضح ذلك :

$$(16) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad CO + O_2 \longrightarrow CO_2$$

وتكمن خطورة غاز اول اكسيد الكربون في انه يتفاعل مع هيموجلبين (Hb) كريات الدم الحمراء مكوناً كربوكسي الهيموجليين Carboxy heamoglobin

$$(17) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad Hb + CO \longrightarrow CO - Hb$$

هيموجلبين   اول اكسيد الكربون   كربوكسي الهيموجلبين

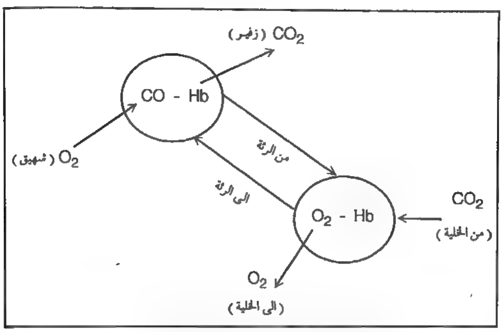
وعند تعرّض الشخص الى تركيز معين من غازCO في الهواء يتكون المعقد CO - Hb في دمه ، ويبقى تركيز CO - Hb في الدم ثابتاً مالم يتغير تركيز غاز CO في المحيط ، وهذا المعقد يحد من قدرة كريات الدم الحمراء على الاتحاد مع الاكسجين اثناء عملية الشهيق ونقله الى الاعضاء المختلفة من الجسم حيث ان سرعة التفاعل (17) تفوق سرعة تفاعل الاكسجين مع الهيموجلبين بحوالي 200 مرة .

$$Hb + O_2 \longrightarrow O_2 - Hb \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (18)$$

هيموجلبين أكسجين اوكسي الهيموجلبين

ويبين الشكل رقم (3) كيفية تداخل غاز CO في عمليتي الشهيق والزفير

شكل (3)



كيفية تداخل غاز CO في عمليتي الشهيق والزفير [44]

وعندما تصل نسبة كربوكسي الهيموجلبين الى 9 % ، فان ذلك يحدث اضطراباً في السمع والبصر [14,44,48] ، وتشير الدراسات الى ان تراكم هذا الغاز في الدم هو من اكثر العوامل المسؤولة عن علاقة التدخين بأمراض الجهاز القلبي الوعائي ، حيث يعمل كربوكسي الهيموجلبين CO - Hb على تغيير استقلاب عضلة القلب ، ويعيق انتقال الاكسجين مما يؤدي الى نقص كمية الاكسجين في عضلة القلب ويضر بالتالي بالانسجة القلبية مسبباً امراض الاوعية القلبية التي تتمثل في زيادة انقباض العروق وتصلب الشرايين ،كما ان للتدخين دوراً في اطلاق احماض دهنية في مناطق الشحم مما يرفع مستوى دورات الدهن وتخفيض كمية الاكسجين التي تنقل الى الانسجة بسبب ما يحتويه الدخان من اول اكسيد الكربون [38,48] .

ويبين الجدول (4 - 2) تراكيز المعقد CO - Hb في الدم عند تغيير تركيز CO في الجو .

جدول (4 - 2)

تركيز CO (ملغم / لتر)	تركيز المعقد CO - Hb في الدم عند التوازن
10	% 2.1
20	% 3.7
30	% 5.3
50	% 8.5
70	% 11.7

العلاقة بين تركيز CO وتركيز CO - Hb في الدم [44]

وتستعمل المعادلة التالية لحساب تركيز المعقد CO - Hb

$$CO - Hb \% = 0.16 \ [CO] + 0.5$$

[CO] = تركيز غاز CO مقاساً بـ (ملغم / لتر)

0.5 = النسبة المئوية الطبيعية للمعقد CO - Hb في دم الانسان البالغ .

مثال : شخص دائم التعرض الى تركيز غاز CO ، حيث كان تركيز اول اكسيد الكربون المقاس يساوي 50 ملغم / لتر . اوجد نسبة تركيز المعقد CO - Hb في دم ذلك الشخص .

$$CO - Hb \% = 0.16 \ [CO] + 0.5$$

$$CO - Hb \% = 0.16 \ [50] + 0.5 = 8.5 \%$$

كما يبين الجدول (5 - 2) التأثيرات الصحية وعلاقتها بتركيز CO - Hb في الدم .

جدول (5 - 2)

تركيز CO - Hb (%)	التأثيرات الصحية
اقل من 1.0 %	لا توجد تأثيرات واضحة .
(1.0 - 2.0) %	تأثيرات على التصرفات وفقدان جزئي للتوازن .
(2.0 - 5.0) %	تأثيرات على الجهاز العصبي المركزي وتشويش في وظائف العين (الرؤية) وبعض الحركات اللاارادية.

تابع جدول (5 - 2)

تركيز CO - Hb (%)	التأثيـرات الصحيـة
(5.0 - 10.0) %	عدم انتظام دقات القلب وعدم انتظام في وظائف الرئة والتنفس.
(10.0 - 80.0) %	صداع ، تعب شديد ، دوخة ، اغماء ، توقف التنفس ثم الموت.

التأثيرات الصحية وعلاقتها بتركيز CO - Hb في الدم [44]

وقد ثبت ان تركيز CO - Hb في دم المدخنين هو اكثر من ضعفين الى اربعة أضعاف التركيز في دم الانسان غير المدخن ، فالتدخين إذاً يشكل الدرجة الاولى التي ترفع تركيز المعقد CO - Hbفي الدم ، بالاضافة الى العوامل الجوية ، خاصة عند ركود الهواء وحدوث التدرج الحراري المقلوب ، كما ان الاشخاص الذين تقتضي طبيعة أعمالهم العمل في أجواء المدن المزدحمة بالسيارات ، يتعرضون لاستنشاق كميات من غاز اول اكسيد الكربون التي تعمل على رفع نسبة تركيز المعقد CO- Hb في دمائهم [15,20,44,145,149] .

كما يعمل غاز اول اكسيد الكربون عند تفاعله مع الحديد اللازم لعمل ونشاط بعض الانزيمات التنفسية واحباط عملها وتقليل فاعليتها ، وأشير هنا الى ان التركيز القاتل الذي يسبّب الوفاة يتراوح ما بين(200 - 100) جزء بالمليون حيث يؤدي الى موت محقق خلال عشر دقائق ، في الوقت الذي يكون فيه تركيز COفي الهواء النقي لا يتجاوز 0.05 جزء بالمليون .

إن تلوث الهواء بأكاسيد الكربون وغيرها من الاكاسيد الاخرى بلغ حجماً مثيراً للقلق بشتى أنواع الامراض الجسدية والنفسية وحتى بالموت البطيء ، ففي مدينة طهران العاصمة الايرانية التي تعاني من اختناقات مرورية حيث يزيد عدد المركبات عن 700000 سيارة وشاحنة ينبعث منها يوميا ما يقارب 3000 طن من غاز اول اكسيد الكربون و450 طن من الهيدروكربونات و120 طن من ثاني اكسيد النيتروجين و30 طن من أكاسيد الكبريت وطنان من الرصاص [125] ، ولهذه الملوثات تأثير خطير على صحة الانسان في هذه المدينة حيث ان استنشاق اول اكسيد الكربون وامتصاص الهيدروكربونات بالاستنشاق يؤدي الى فقدان الشهية ويتسبّب في أوجاع الرأس ، وبارهاق شامل وتوتر دائم ، وأن أمراضاً مميتة قد تنجم عن التلوث إذا زاد تركيز هذه الملوثات عن الحد المسموح به عالمياً ، فمثلاً أن

للمركبات الهيدروكربونية الاروماتية Aromatic Hydrocarbons تأثيراً خطيراً على صحة الانسان في حال استنشاقها [190] ، وأرفق هنا جدولاً يبين سمّية بعض هذه المركبات وتأثير تراكيزها المختلفة .

جدول (6 - 2)

اسم المركب	التركيز (جزء بالمليون)	التأثيــــر
البنزين (C_6H_6)	100	تخديش الاغشية المخاطية .
	3000	لا يمكن تحمله اكثر من نصف ساعة .
	7500	خطورة كبيرة عند التعرض له اكثر من نصف ساعة .
	20000	تميت بعد التعرض له لمدة (15 - 10) دقيقة .
التولوين (C_7H_8)	200	ضعف وتعب وعدم التركيز بعد التعرض لمدة 8 ساعات .
	600	فقدان السيطرة على الحركات الارادية وتوسع غيرطبيعي لبؤبؤ العين بعد التعرض لمدة 8 ساعات .

سمّية بعض المركبات الهيدروكربونية الاروماتية [44]

ولقياس تلوث الهواء بغاز اول اكسيد الكربون تستخدم طريقة الاشعة تحت الحمراء غير المبعثرة Non - Despersive Infra Red وتعتمد هذه الطريقة على اختزال أول اكسيد الكربون لخامس اكسيد اليود لينطلق عنصر اليود الذي يتناسب تناسباً طردياً مع غاز أول اكسيد الكربون الملوث لتيار الهواء الذي يمر على خامس اكسيد اليود [15] ، كما تبين المعادلة الكيميائية (19)

$$CO + I_2O_5 \xrightarrow{H_2SO_4} I_2 + CO_2 \quad \text{........... (19)}$$

وللتغلب على الملوثات الناتجة من محركات السيارات ومنها اول اكسيد الكربون ، تمّ اكتشاف ابتكارات يمكن إضافتها لجهاز العادم لتساعد في التحكم في الانبعاثات مثل إضافة مفاعل حراري الذي يعمل كغرفة احتراق خارج الماكينة تحفظ غازات العادم ساخنة لمدة طويلة لاكمال اكسدة اول اكسيد الكربون والهيدروكربونات إلى منتجات غير ضارة [5,44,184] .

ثانياً : تلوّث الهواء بأكاسيد النيتروجين (NO_x)

ينتج عن عوادم السيارات بعض الاكاسيد النيتروجينية ، وذلك بفعل الحرارة العالية للاحتراق التي تتوفر عادة في محرك السيارة ، وتنتج أيضاً من محطات توليد الكهرباء التي تعمل بالبترول ، ومن أهم هذه الاكاسيد غاز ثاني اكسيد النيتروجين (NO_2) وأول اكسيد النيتروجين (NO) ومنها كذلك اكسيد النيتروز (N_2O) .

وتعتبر أكاسيد النيتروجين من الغازات السامة والمهيّجة والقاتلة ، ذلك انها تتحول الى حامض النيتريك HNO_3 في الرئتين وتحدث فيها التهابات خطيرة ، وقد تسبّب الموت خلال نصف ساعة اذا وصلت نسبتها في الهواء الى 0.07 %، وهي تساهم مع الفحم الهيدروجيني في تكوين الضباب الاسود الضوء كيميائي الذي يغطي سماء المدن الصناعية مشكلاً ضباباً على شكل ايروسولات Aerosols ضارة بالصحة والممتلكات ، واذكر هنا حادثة لندن التي وقعت في عام 1952 حيث سكن الهواء ، وانخفضت درجة الحرارة وزادت الرطوبة وكثر الضباب الدخاني الملوث بالغازات السامة مثل أكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت والهيدروكربونات المتصاعدة من مواقد الفحم في المصانع والبيوت وانعدمت الرؤية حيث اصبح مداها ثلاثة أمتار مما أدى الى وفاة 4000 شخص ، وحدث مثل هذا الحادث ايضاً في مدينة (دورونا) في ولاية بنسلفانيا الأمريكية عام 1984 ، وأدى ذلك الى إصابة 6000 شخص بأمراض تنفسية توفي منهم عشرون شخصاً [5,11,14,21,145,184] .

وأشارت إحدى الدراسات الطبية الى أن مزيداً من الناس يموتون في لندن خلال الايام التي يكون فيها الهواء الخارجي أكثر تلوّثاً ، وذلك بسبب الوقود المحترق من عوادم السيارات ، واوضحت الدراسات أن الوفيات بسبب الأزمة القلبية وأمراض التنفس قد ارتفعت بنسبة 5.4 % خلال الايام التي يبلغ بها الدخان الأسود الناتج عن الذرات العالقة في الهواء وبلوغ أكاسيد النيتروجين والاوزون أعلى مستويات تركيزها [11,125].

ويبين الجدول (7 - 2) تراكيز الجرعات الخطيرة لغاز ثاني اكسيد النيتروجين NO_2 وتأثيرها على الانسان .

جدول (7 - 2)

تركيز غاز NO_2 (جزء بالمليون)	الاعـراض او الانفعـال
1 - 3	الاحساس بالرائحة .
5 - 10	تخديش الانف .
10 - 15	ضيق التنفس .
اكثر من 20	ضيق شديد في التنفس .
اكثر من 30	احتقان السوائل في الرئة .
100	المـوت .

تأثير تركيز غاز ثاني اكسيد النيتروجين على الانسان [44] .

إن لأكاسيد النيتروجين تأثيراً على الاصباغ والالياف النسيجية ومنها النوع المستعمل مع الرايون (Rayon) ومع القطن ،وتتأثر ايضاً سبائك (النحاس - البراس) المستخدم في صناعة اسلاك التلفونات بأكاسيد النيتروجين من خلال التأثيرات التي سببها الغبار المتراكم على اسلاك التلفونات المتآكلة حيث ظن أن هذا الغبار كان محملاً بأكاسيد النيتروجين [44] .

وينتج غاز اول اكسيد النيتروجين عن اتحاد عنصر النيتروجين مع عنصر الاكسجين في الهواء ، كما يوضح ذلك التفاعل الكيميائي رقم (20) .

(20) .... $N_2 + O_2 \longrightarrow 2N0$

كما ينتج ثاني اكسيد النيتروجين عن تفاعل اول اكسيد النيتروجين مع الاكسجين عند درجات الحرارة العادية ، والتفاعل رقم (21) يبين ذلك .

(21) .... $NO + O_2 \longrightarrow 2N0_2$

وتعتبر أكاسيد النيتروجين من أخطر ملوثات الهواء حيث تدخل في سلسلة تفاعلات كيمياء ضوئية تشمل تفاعلات الهيدروكربونات وتؤدي إلى تكوين الاوزون ، كما أن لذلك تأثيراً على تهيّج العيون والجيوب الأنفية والجهاز التنفسي

والالتهاب الرئوي ، وإذا وصل تركيز ثاني اكسيد النيتروجين الى 0.5 جزء بالبليون لمدة 35 يوماً ، فإن ذلك يؤدي إلى تساقط أوراق الاشجار والشحوب الكلوروفيلي في الحمضيات .

وتبين التفاعلات الكيميائية التالية تفاعلات أكاسيد النيتروجين في سلسلة التفاعلات الكيمياضوئية Photochemical Reactions

$$(22) \;......\; NO_2 \xrightarrow{hv} NO + O\cdot$$

ثاني اكسيد النيتروجين — ضوء الشمس — اول اكسيد النيتروجين — الاكسجين الذري

$$(23) \;......\; O_2 + O\cdot \longrightarrow O_3$$

الاكسجين — الاكسجين الذري — الاوزون

ويتفاعل غاز اول اكسيد النيتروجين مع الاوزون مكونا ثاني اكسيد النيتروجين ، كما يبين ذلك التفاعل (24)

$$(24) \;......\; NO + O_3 \longrightarrow NO_2 + O_2$$

وعندما توجد جسيمات المواد الهيدروكربونية في الهواء ، فإن هذه الجسيمات تعمل على تحويل أكاسيد النيتروجين من أكسيد إلى أكسيد آخر مما يؤدي إلى تراكم الاوزون ، وتتفاعل بعض الهيدروكربونات (HC) مع الاكسجين الذري (O ·) مكونة جذوراً مؤكسدة أحادية (HCO^+)

$$(25) \;......\; HC + O\cdot \longrightarrow HCO^+$$

هيدروكربونات — اكسجين ذري — جذور مؤكسدة أحادية

ثم تتفاعل الجذور المؤكسدة الأحادية مع الاكسجين الذري مرةً أخرى مكوّنة جذوراً مؤكسدة ثنائية ، كما يوضّح ذلك التفاعل (26)

$$(26) \;......\; HCO^+ + 2O\cdot \longrightarrow HCO^{+2}$$

جذور مؤكسدة أحادية — اكسجين ذري — جذور مؤكسدة ثنائية

وتتفاعل HCO^{+2} مع اول اكسيد النيتروجين مكوّنة ثاني اكسيد النيتروجين وجذوراً مؤكسدة أحادية كما في التفاعل (27)

$$(27) \;......\; HCO^{+2} + NO \longrightarrow NO_2 + HCO^+$$

كما تتفاعل بعض الجذور المؤكسدة لجسيمات الهيدروكربونات مع غاز ثاني اكسيد

النيتروجين مكوّنة مؤكسدات ضوئية نيتروجينية والتفاعل (28) يوضّح ذلك

$$HCO^{+} + NO_2 \longrightarrow \text{مؤكسدات ضوئية نيتروجينية} \quad .... (28)$$

ومن الأمثلة على المؤكسدات الكيميائية الضوئية مركب نترات البيروكسي أسيل (Peroxy Acyl Nitrate) التي تختصر بـ (PAN) ، ويوضح التفاعل (29)

$$\underset{\text{هيدروكربونات}}{HC} + NO_2 + O_2 \xrightarrow[\text{ضوء الشمس}]{hv} \underset{\text{نترات البيروكسي اسيل}}{PAN} + O_3 \quad .... (29)$$

ويبين الجدول (8 - 2) أسماء بعض المركبات الكيمياضوئية وتركيبها الكيميائي .

جدول (8 - 2)

اسم المركب	الرمـــز	التركيب الجزيئي
الاوزون	O_3	$O{=}O{-}O$
نترات البيروكسي أسيل	PAN	$CH_3C({=}O){-}O{-}ONO_2$
نترات البيروكسي بريبونيل	PPN	$CH_3CH_2{-}C({=}O){-}O{-}ON_2$
نترات البيروكسي بنزويل	PB_ZN	$C_6H_5{-}C({=}O){-}O{-}ONO_2$

أسماء بعض المؤكسدات الكيمياضوئية

ومن أكاسيد النيتروجين أيضاً اكسيد النيتروز (N_2O) أو الغاز الضحاك - كما يسمى - حيث جاءت هذه التسمية من خلال خصائصه التي لها تأثير مخدر ، وأن استنشاق جرعات صغيرة من هذا الغاز تجعل الانسان كالمخمور ، وللأشعة فوق البنفسجية Ultra Violet تأثير على هذا الاكسيد حيث تقوم بتحضير تفاعلات تكسر أكسيد النيتروز وتنتج مركبات أول اكسيد النيتروجين وثاني اكسيد النيتروجين التي تتفاعل مع الاوزون كما بينت التفاعلات الكيميائية 22 , 23 , 24 على التوالي [7] .

ومن هنا ، فان للاكاسيد النيتروجينية تأثيراً واضحاً على طبقة الاوزون حيث يمكنها ان تزيد من سرعة تحطيم هذه الطبقة وتآكلها ، لذلك فمن الضروري ان يوضع

الغاز الضحاك أو اكسيد النيتروز وأكاسيد النيتروجين الأخرى في الاعتبار في أية مناقشة تدور حول المواد التي يلزم تخفيضها من اجل تقليل التهديد الذي يتعرض له الاوزون .

كما ان لأكاسيد النيتروجين تأثيراً ساماً وخطيراً فمثلاً في حال زيادة تركيز ثاني اكسيد النيتروجين في الهواء ، وبسبب تأثير أشعة الشمس ، فان هذا الغاز يمتص طاقة ويتحول الى غاز اول اكسيد النيتروجين الذي يتحد مع الهيموجلبين مكوناً الميثاجلوبين Methamyglobin الذي ينتج عنه نقص في كمية الاكسجين التي تصل الى الجسم والخلايا ويسبّب ذلك ظاهرة الطفل المزرق Blue Baby ، وسأتناول هذه الظاهرة بالتفصيل في الفصل الثالث من هذا الكتاب .

ويبين الجدول (9 - 2) أدناه كمية الملوثات المنبعثة من عوادم السيارات ومن بينها أكاسيد النيتروجين حيث تتناسب كمية هذه الملوثات طردياً مع وزن السيارة .

جدول (9 - 2)

وزن السيارة (كغم)	وزن الملوثات المنبعثة بالغرام		
	CO	CH	NO_x
حتى 75 كيلو غرام	60	4.7	9.6
من (850 - 1020)	70	5.2	10.5
من (1020 - 1250)	80	6.1	11.4
اكثر من 1250	132	8.3	17.4

كمية الملوثات المنبعثة من المركبات [5]

ولقياس الهواء الملوّث بأكاسيد النيتروجين تستخدم أجهزة ذاتية لتحليل الاكسيد ، فمثلاً يمكن قياس تركيز غاز ثاني اكسيد النيتروجين باستخدام جهاز ذاتي لتحلل الغاز Auto Analyzer ، وأن الحد المسموح به عالمياً لتلوث الهواء بغاز ثاني اكسيد النيتروجين هو 0.35 جزء بالمليون (ملغم / لتر) ، في الوقت الذي يقدر فيه العلماء ان تراكيز أكاسيد النيتروجين سيصل الى 375 جزء بالبليون (ميكروغرام / لتر) في عام 2030 م [15,145,184] .

ثالثاً : تلوّث الهواء بأكاسيد الكبريت (SO_x)

تعتبرأكاسيد الكبريت وما ينتج عنها من اخطر ملوثات الهواء على البيئة ، وتنتج هذه الأكاسيد من محطات توليد الكهرباء ومحطات تكرير البترول ومصانع الورق ، حيث قدّرت نسبة هذه الأكاسيد الناتجة عن صناعة الورق بحوالي 50 % كما يقدّر العلماء كميات أكاسيد الكبريت الملوثة للهواء والناتجة عن النشاط الانساني بما يقارب 59 مليون طن سنوياً ، ومن أهم أكاسيد الكبريت غاز ثاني أكسيد الكبريت SO_2 وغاز ثالث اكسيد الكبريت SO_3 التي تسهم في تكوين المطر الحامضي Acid Rain الذي يتكون عن طريق تفاعل ثالث اكسيد الكبريت مع الاكسجين وبخار الماء في الهواء ليعطي حامض الكبريتيك الذي يتساقط على شكل قطرات ، كما يوضّح ذلك التفاعلان 30 , 31 .

$$(30) \;\ldots\ldots\; 2SO_2 + O_2 \longrightarrow 2SO_3 + 46KCal$$

ثاني اكسيد الكبريت — اكسجين — ثالث اكسيد الكبريت — طاقة

$$(31) \;\ldots\ldots\; SO_3 + H_2O \longrightarrow H_2SO_4 + 19KCal$$

ثالث اكسيد الكبريت — بخار الماء — حامض الكبريتيك — طاقة

ويحتوي الهواء على نسبة عالية من غاز ثاني اكسيد الكبريت الذي يمتاز بانه عديم اللون وله رائحة مهيجة غير مستساغة ، ولديه قابلية للاشتعال ، ويتحد مع المؤكسدات القوية مكوناً غاز ثالث اكسيد الكبريت كما هو واضح في التفاعل (30) ، ولغاز ثاني اكسيد الكبريت وأكاسيد الكبريت الاخرى تأثير على الجهاز التنفسي حيث تسبب التهابات حادة وخطيرة على شكل نوبات تنفسية تكون مصحوبة بالتهابات رئوية مزمنة ، والتهاب الكلى وتؤثر أيضاً على تساقط الشعر .

وعندما يتراوح تركيزSO_2 في الهواء ما بين (150-100)ملغم / لتر ، فانه يؤدي الى موت محقق ،حيث ان الجرعة القاتلة للانسان هي 150ملغم / لتر في حال تعرض الانسان لاستنشاق الغاز لمدة عشر دقائق ، وتزداد الآثار الخطيرة لغاز SO_2 حين ترافقه دقائق الغبار الصناعي والدقائقيات الأخرى فيتكون ما يعرف بـ (ايروسول الكبريتات) ، وهي مادة خطيرة جداً تفوق آثارها التخريبية أكثر من اربعة أضعاف تأثيرات SO_2 ، وتسبّب الامراض التنفسية وتسهم في زيادة الوفيات بنسبة 84 % ، ومن أسوأ الكوارث التي سجلت بالتلوث بأكاسيد الكبريت حادثة لندن في عام 1952 التي أشرت إليها سابقاً حيث ادى ذلك الى وفاة 4000 شخص بسبب

الضباب الاسود London Smog [11,14,21,44] .

كما أن لغاز ثاني اكسيد الكبريت تأثيراً على أوراق النباتات ممّا يسبّب موت الورقة او تبقعها في حال دخوله النسيج النباتي ، وذلك بتفاعله مع الماء مكوناً الكبريتيت ($SO_3^{=}$) ثم الكبريتات ($SO_4^{=}$) وهذه الاخيرة سامة ، ويبين الجدول (2 - 10) تأثير غاز SO_2 الخطير على الخضروات التي تتأثر هي الاخرى حيث ينعكس ذلك على تلف الاوراق وتخلف نمو النباتات [14,44] .

جدول (2 - 10)

التركيز (ملغم / لتر)	فترة التعرض	التأثيرات
1.0	8 ساعات	تلف 50 % من الأوراق .
0.6	ساعة واحدة	بداية مظاهر لتلف الاوراق .
0.4	8 ساعات	بداية مظاهر لتلف الاوراق .
0.1	3 أسابيع	تساقط مبكر للاوراق .
0.15	سنة واحدة	تخلف نمو 80 % من النباتات .
0.01	سنة واحدة	تخلف نمو 36 % من النباتات .

تأثير تركيز ثاني اكسيد الكبريت على الخضروات [14]

ويحتوي هواء المدن على غاز SO_2 الذي يحدث اضراراً بالممتلكات ايضاً ، وأن تكوّن احماض قوية عند ذوبان أكاسيد الكبريت ومنها SO_2 في الماء مثل حامض الكبريتوز H_2SO_3 وحامض الكبريتيك H_2SO_4 يترك تأثيرات سلبية على الممتلكات تتمثل في التأثير على الاصباغ والملابس المصنوعة من النايلون والخيوط الصناعية وصناعة الورق وتعمل على تآكل المعادن كما يبين التفاعل الكيميائي (32)

$$Fe + H_2SO_4 \longrightarrow FeSO_4 + H_2 \quad \text{.......... (32)}$$

وتؤثر كذلك على مواد البناء حيث يدخل في تركيب هذه المواد كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ التي تتفاعل بسرعة مع حامض الكبريتيك :

$$CaCO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O \quad \text{.......... (33)}$$

مما يؤدي الى إحداث تصدعات في المباني .

ويبين الجدول (11 - 2) قيمة التركيزات المسموح بها لبعض ملوثات الهواء ومنها غاز ثاني اكسيد الكبريت SO2 ، وفي حال تجاوزها يصبح لها مخاطر كبيرة تضرّ بالانسان والحياة .

جدول (11 - 2)

المادة الملوثه	الحد المسموح به عالمياً (ملغم / لتر)	التأثيرات
البنزيـــن	100 ملغم / لتر	بخـار
الرصـــاص	0.15 ملغم / م٣	رمـاد
الكادميـودم	0.1 ملغم / م٣	بخـار
اول اكسيد الكربون	100 ملغم / لتر	غـاز
اكسيد النيتروجين	25 ملغم / لتر	غـاز
بنزوبيرين	5 %	غـاز
ثاني اكسيد الكبريت	15 ملغم / لتر	غـاز

الحد المسموح به عالمياً لتركيزات بعض ملوثات الهواء [51]

وتنبعث في الاردن ملوثات تشتمل على أكاسيد الكبريت حيث يعزى تلوّث الهواء بشكل أساسي الى مصفاة البترول والى ارتفاع نسبة الكبريت في الوقود ، وان المصدر الرئيس الثاني ناتج عن غازات عوادم السيارات ، ويبين الجدول (12 - 2) مستوى تركيز ملوثات الهواء قرب مصفاة البترول الاردنية بالمقارنة مع تركيزاتها في كل من أمريكا USA وكندا CANADA ومنظمة الصحة العالمية * [65]

* مقال بقلم أسعد سليمان « دراسات وابحاث بيئية / تلوث الهواء في الاردن » 1993 [65]

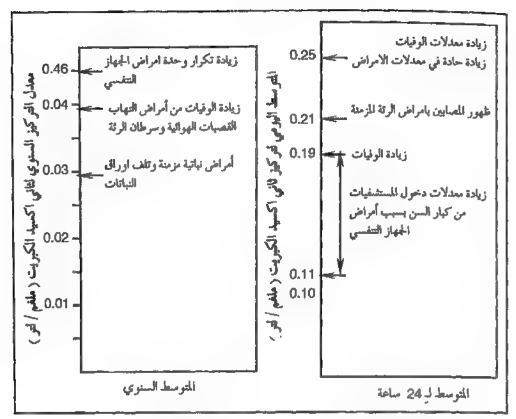
جدول (12 - 2)

<table>
<tr><td>Pollutant
Measured, 1 Hr</td><td colspan="2">Max - Conc
Measured, 1 Hr</td><td>Max - Conc
Allowable</td></tr>
<tr><td>NO</td><td colspan="2">0.093</td><td>0.21</td></tr>
<tr><td>NO2</td><td colspan="2">0.069</td><td>0.21</td></tr>
<tr><td>O3</td><td colspan="2">0.045</td><td>0.08</td></tr>
<tr><td>H2S</td><td colspan="2">< 0.03</td><td>0.03</td></tr>
<tr><td>SO2</td><td colspan="2">< 0.40</td><td>0.497</td></tr>
<tr><td>H2S Standard PPM</td><td colspan="2">Canada</td><td>California</td></tr>
<tr><td>1 HR</td><td colspan="2">0.0108</td><td>0.03</td></tr>
<tr><td>24 HR</td><td colspan="2">0.006</td><td>–</td></tr>
<tr><td>SO2 Standard, PPM</td><td>USA</td><td>CANADA</td><td>WHO</td></tr>
<tr><td>Yearly</td><td>0.03</td><td>0.023</td><td>(0.015-0.023)</td></tr>
<tr><td>24 Hr</td><td>0.139</td><td>0.11</td><td>0.047</td></tr>
<tr><td>1 Hr</td><td>0.497</td><td>0.34</td><td>0.134</td></tr>
</table>

مستوى تركيزات الملوثات في الهواء قرب مصفاة البترول الاردنية بالمقارنة مع تركيزاتها في WHO , CANANDA , USA [65]

ويلخص الشكل رقم (4) اهم تأثيرات ثاني اكسيد الكبريت والحبيبات الدقيقة على الصحة العامة للانسان ، وتأثيرها كذلك على النباتات حيث تسبّب أمراضاً نباتية مزمنة وتلفاً للاوراق .

شكل (4)



تأثير تركيز ثاني اكسيد الكبريت والحبيبات الدقيقة في الصحة العامة [85]

ويقاس تركيز ثاني اكسيد الكبريت في الهواء من خلال اختزاله لحامض الكروميك Chromic Acid مكوّناً كبريتات الكروم كما يتضح ذلك في التفاعل الكيميائي رقم (34)

$$2SO_2 + 2CrO_3 + H_2SO_4 \longrightarrow Cr_2(SO_4)_3 \cdot XH_2O \quad \text{.........} \quad (34)$$

(X = عدد جزيئات الماء)

ويمكن استخدام بعض النباتات مثل البندورة واوراق الصنوبر ككاشف لتلوث الهواء بغاز ثاني اكسيد الكبريت حيث تتأثر انسجة اوراق هذه النباتات بتركيزات هذا الملوّث .

كما ان هناك أجهزة قليلة التكاليف تأخذ عينات من الهواء الملوّث بغاز SO_2، بالاضافة الى وجود محطات رقابة للتلوث الجوي ومحطات اقليمية وفرعية من اجل قياس التلوّث الجوي وتحديد تراكيز الملوثات بانواعها المختلفة .

رابعاً : تلوّث الهواء بغاز كبريتيد الهيدروجين (H_2S)

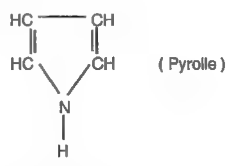
ينتج غاز كبريتيد الهيدروجين عن تخمر المواد العضوية المحتوية على الكبريت ومن صناعة النفط والمطاط والورق ، وهو سريع التحلل بالمؤكسدات ، وعندما يصبح تركيزه مرتفعاً ، فان ذلك يؤدي الى تخدر حاسة الشم ويؤثر ذلك على الجهاز العصبي المركزي ويحدث صعوبة في التنفس التي تنتج عن اتحاد غاز H_2S مع هيموجلبين Haemogobin الدم فيتكوّن « هيموجلبين مكبرت - Sulfhemoglobin» حيث ترتبط ذرة الكبريت مع البايرول Pyrolle في جزء الهيموجلبين [157] ، مما يؤدي الى إضعاف قدرة الهيموجلبين على حمل الاكسجين الى اعضاء الجسم المختلفة ، كما يبين التفاعلان 35 و 36

$$(35) \quad Hb + O_2 \longrightarrow Hb\,O_2$$

هيموجلبين + أكسجين ← أوكسي هيموجلبين

$$(36) \quad HbO_2 + H_2S \longrightarrow Hbs + O_2 + H_2$$

أوكسي هيموجلبين + كبريتيد الهيدروجين ← هيموجلبين مكبرت



كما ان الأشخاص الذين يتعرضون لتراكيز عالية من غاز كبريتيد الهيدروجين يصابون بخمول في التفكير وعدم القدرة على التركيز[14,149] .

والحد المسموح به عالمياً يتراوح ما بين (0.008 - 0.003) ملغم / لتر ، واذا وصل تركيز كبريتيد الهيدروجين في الجو الى 500 ملغم / لتر واستنشق لمدة ساعة ، فانه يؤدي الى الموت ، ويبين الجدول (13 - 2) تأثيرات غاز H_2S على صحة الانسان عند استنشاقه لتراكيز مختلفة من هذا الغاز .

جدول (13 - 2)

التركيز (ملغم / لتر)	مدة التعرض	التأثيرات
1.0	ساعة	يؤثر على الجهاز العصبي .
0.3	مدة طويلة	تدمير حاسة الشم .
100	ساعة كل يوم	إصابة الجهاز التنفسي .
500	30 دقيقة حتى مدة ساعة	الجرعة القاتلة للانسان .

تأثير تركيز غاز كبريتيد الهيدروجين على صحة الانسان [14]

وأذكر هنا ، حادثة تسرب غاز كبريتيد الهيدروجين إلى سماء مدينة بوازريكا في المكسيك عام 1950، مما أدى الى وفاة (22) شخصاً وإصابة 320 شخصاً بتهيج حاد لبطانة الجهاز التنفسي وتليف في الجهاز العصبي [14,44] .

ويعتبر غاز H_2S من أشد الغازات السامة حيث تفوق سميته عشرة أضعاف سمية أول اكسيد الكربون CO ، ويمكن قياس تلوّث الهواء بغاز كبريتيد الهيدروجين عن طريق تفاعله مع كبريتات النحاسيك $CuSO_4$ مكوّناً كبريتيد النحاسيك CuS الذي يتناسب تركيزه مع تركيز H_2S في الهواء

$$H_2S + CuSO_4 \longrightarrow CuS + H_2SO_4 \quad \text{.......... (37)}$$

وللتخلص من هذا الغاز السام تستخدم بعض الطرق الصناعية موضّحة في الجدول (14 - 2) .

جدول (14 - 2)

اسم الطريقة	التفاعلات الكيميائية	طريقة استعادة المادة الفعّالة في الازالة
1- الجربتول Girbotol	$2RNH_2 + H_2S \rightleftharpoons (RNH_3)_2S$	النزع بالبخار .
2- الفوسفات Phosphate	$K_3PO_4 + H_2S \rightleftharpoons KHS + K_2PO_4$	النزع بالبخار .
3- السيبورد Seaboard	$Na_2CO_3 + H_2S \rightleftharpoons NaHCO_3 + NaHS$	النفخ الهوائي .
4- الصودا الكاوية	$2NaOH + H_2S \rightleftharpoons Na_2S + 2H_2O$	لا يستعاد .
5- اللايم	$Ca(OH)2 + H_2S \rightleftharpoons CaS + 2H_2O$	لا يستعاد .

أسماء بعض طرق إزالة غاز كبريتد الهيدروجين [44]

خامساً : تلوّث الهواء بغاز سيانيد الهيدروجين (HCN)

يدخل السيانيد في صناعة المواد الكيميائية العضوية مثل مبيد القوارض Rodenticide ومبيد الحشرات Insecticide وفي عمليات الطلاء الكهربائي Electroplating ، وفي تعقيم التربة Sterlization Soil ويدخل ايضاً في صناعة مواد التلميع مثل Silver Polish ، كما يدخل في تنظيف المعادن [157,187,190] .

ويمتاز غاز سيانيد الهيدروجين برائحة اللوز المر Bitter Almond ، وليس له أي لون في حالته السائلة حيث ينوب تماماً في الماء كما يوضح ذلك التفاعلان (38) و (39)

$$(38) \;\ldots\ldots\ldots\; HCN \xrightarrow{H_2O} H^+ + CN^-$$

$$(39) \;\ldots\ldots\ldots\; CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$$

ويمتص بخار السيانيد اما عن طريق الجلد او عن طريق الرئتين حيث يترك اللون الاحمر الوردي Pink على الجلد والغشاء المخاطي ، ويعمل أيون السيانيد CN^- على تثبيط أنزيم (سيتكروم - P450 الاكسداز: Cytochrome P- 450 Oxidase) الضروري لتنفس الخلايا كما يثبط عدداً من الانزيمات المهمة في العمليات الحيوية بالارتباط مع ايون الحديديك Fe^{+3} الموجود في تركيب هذا الانزيم ، وبالتالي يوقف فاعليتها [157,187,188,189] .

وفي حالة تعرض الشخص لغاز سيانيد الهيدروجين ، فانه يتسبب في نقص وصول كمية الاكسجين الضرورية لانسجة الخلايا (Hpoxia) وحدوث صداع Headache وعدم القدرة على تنسيق العضلات الارادية Ataxia والغيبوبة Coma ومن ثم الموت ، ويعتمد حدوث هذه الاعراض على الجرعة التي يتعرض لها الشخص [187,189] ، ومن أعراض التسمم الأخرى بغاز HCN توسع بؤبؤ العين Widely Dilated Pupils والصدمة Shock [188] .

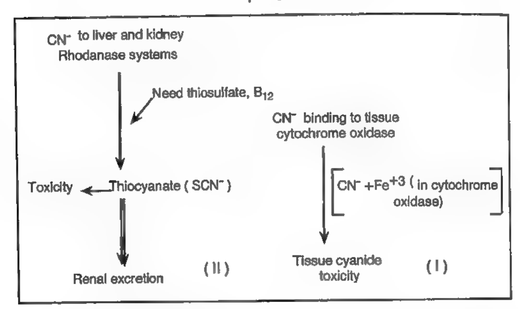
ولازالة التسمم بالسيانيد Cyanide Detoxification يعطي المصاب محلول صوديوم ثيوسلفات ($Na_2\,S_2\,O_3$) بتركيز 25 % بمقدار 50 مليلتر ، وبوجود أنزيم Rhodanase الذي يعمل على تحويل أيون السيانيد (CN^-) الى أيون الثيوسيانيد

(SCN⁻) غير السام نسبياً حيث يتم طرح هذا الايون الاخير عن طريق البول . [188,189]

$$(40) \quad .... Na_2 S_2 O_3 + CN^- \xrightarrow[\text{Rhodanase}]{\text{أنزيم}} SCN^- + Na_2 SO_3$$

ويبين الشكل رقم (5) المرفق مخططاً يلخص (I) كيفية حدوث التسمم بالسيانيد وارتباطه بأيون الحديديك Fe^{+3} الموجود في انزيم سايتوكروم الاكسداز وكيف (II) تتم ازالة التسمم .

شكل رقم (5)



مخطط يبين (I) كيفية التسمم بالسيانيد و (II) طريقة إزالة التسمم بالسيانيد [188]

ولقد تسبّب غاز سيانيد الهيدروجين في الكثير من الحوادث الخطيرة والمميتة ، ومنها حادث احتراق البلاستيك الذي يحتوي على النيتروجين في احدى الطائرات ، حيث أدى ذلك الى تحرّر غاز سيانيد الهيدروجين ممّا تسبّب بوفاة 119 مسافراً في مدينة باريس عام 1973 ، وتكرّر نفس الحادث في مدينة الرياض عام 1980، وادى تصاعد غاز HCN نتيجة احتراق البلاستيك الى وفاة 303 مسافر كانوا متوجهين لاداء فريضة الحج ، كما تستعمل بعض الدول السيانيد لتنفيذ حكم الاعدام بحق المجرمين .

ومن الحوادث الخطيرة ايضاً ، ذلك الحادث الذي ارتكبه زعيم ديني في غينيا

عام 1978 حيث وضع مادة السيانيد في شراب التوت لأكثر من 900 شخص مما أدى الى موتهم جميعاً [189].

سادساً : تلوّث الهواء بالاوزون (O_3)

سبق وأن أشرت الى أن غاز الاوزون يدخل في التفاعلات الكيمياضوئية Photochemical Reactions مكوناً أكاسيد النيتروجين ودقائق الهيدروكربونات وملوثات ثانوية أهمها الضباب الكيمياضوئي Photochemical Smog ، وذلك لان غاز الاوزون يعتبر مؤكسداً Oxidant قوياً للمواد العضوية .

ويتراكم الاوزون في الهواء بسبب وجود جسيمات المواد الهيدروكربونية التي تعمل على تحويل اكاسيد النيتروجين من اكسيد الى آخر ، كما يتكون غاز($O3$) عند تفاعل ثاني اكسيد النيتروجين مع أشعة الشمس حيث يتحول الى أول اكسيد النيتروجين والاكسجين الذري الذي يتفاعل بدوره مع الاكسجين مكوناً الاوزون ، كما لاحظنا في سلسلة التفاعلات الكيمياضوئية في التفاعلين (22) و(23) .

وعندما يصل تركيز الاوزون الى1 ملغم/ لتر ويتم التعرّض له لمدة ساعة، فان ذلك يؤدي الى اضطراب وظائف الرئة والتهاب الشعيبات الهوائية ، ويفقد الهيموجلبين 40 % من قدرته على الاتحاد مع الاكسجين ، واذا زاد عن ذلك فانه يؤدي الى التهابات حادة ونزيف دموي [17,128,149] ، كما أن ارتفاع تركيز الاوزون بمعدل 300 مليغرام لكل متر مكعب من الهواء يؤدي الى انخفاض مدى الرؤية ، وتسمى هذه الحالة بالضباب الكيمياضوئي .

ويمكن استخدام بعض النباتات مثل السبانخ واوراق الصنوبر ككاشف لتلوث الهواء بالاوزون ، حيث يؤثر الاوزون على بعض النباتات ،كما بينت ذلك من خلال الجدول (1 - 1) .

سابعاً : تلوّث الهواء بغاز الأمونيا (NH_3)

ينتج غاز الامونيا عن تخمّر المركبات العضوية النيتروجينية ومن صناعة النفط والأسمدة ، ويمتاز هذا الغاز بأنه شديد السمية حيث يهيّج بطانة الغشاء المخاطي للجهاز التنفسي والانف والحنجرة والعينين .

ويعتقد ان التعرض لغاز الأمونيا وحتى لتراكيز منخفضة لفترة طويلة يسبّب

العقم ، حيث يؤثر هذا الغاز على بعض الانزيمات مثل انزيم الفوسفاتاز الحامضي في خلايا الخصية [157] .

ويمكن قياس تركيز غاز الامونيا عن طريق معادلته مع حامض الكبريتيك ، ومن ثم تحوّل لون الكاشف المستخدم بسبب التغير في درجة الرقم الهيدروجيني (PH) .

$$NH_3 + H_2SO_4 \longrightarrow (NH_4)_2SO_4 \quad \text{.............. (41)}$$

الامونيا   حامض الكبريتيك   كبريتات الامونيوم

4 - 2 تلوّث الهواء بالجسيمات

يمكن تقسيم الجسيمات Particulates التي تعمل على تلويث الهواء الى قسمين :

الاول : الجسيمات الصلبة التي تحتوي على العناصر المعدنية وحبيبات الغبار Dust والاتربة القلوية او الاتربة الاسمنتية ، إضافة الى مصانع الأسفلت والطوب والسيراميك والزجاج وجسيمات الهيدروكربونات التي تنبعث من عوادم السيارات وجسيمات المبيدات الزراعية التي تحتوي على الزئبق والزنك والخارصين وجسيمات السناج Soot وجسيمات الرماد Ash وجسيمات الدخان smog .

والقسم الثاني : الجسيمات السائلة التي تشتمل على جسيمات الرذاذ Mist التي تتكون من سائل معلق في الهواء ، وجسيمات الايروسولات Aerosols وهي عبارة عن دقائق صلبة او سائلة لا تتراكم مثل جسيمات الضباب Fog المرئية ، هذا بالاضافة الى جسيمات الابخرة Vapours التي تنتج عن طريق التكثيف او التصعيد او التفاعلات الكيميائية للعناصر المعدنية .

ويتراوح قطر حجم الجسيمات الصغيرة بين (10 - 0.1) ميكرون التي تصل الى الرئتين محدثة أضراراً بالصحة ، إضافة الى ان عمليات الاحتراق غير الكامل تؤدي الي إطلاق عشرات الانواع من الجسيمات الملوثة للهواء ، وكذلك الافران التي تستعمل في مصانع الاسمنت حيث تعرّض المواد الاولية التي تدخل في صناعة الاسمنت من الحجر الجيري والرمل والجبس وخبث الحديد الى 1400 درجة مئوية ، وينتج عنها الغازات وكميات من الغبار والاتربة الناتجة عن حرق المواد الاولية.

وسأتناول هنا بشيء من التفصيل تأثير هذه الملوثات الخطيرة على الانسان والبيئة :

الجسيمات الصلبة Solid Particulates

تعتبرالجسيمات الدقيقة العالقة بالهواء التي تحتوي على العديد من العناصر المعدنية مثل الرصاص والزئبق والكادميوم والنيكل والزرنيخ والبريليوم من أخطر ملوثات الهواء حيث تتسبّب في أمراض شتى لها تأثير سيء على صحة الانسان .

الرصاص - Lead :

تنبعث جسيمات الرصاص من عوادم السيارات ومن مصانع انتاج البطاريات، وتصل كمية الرصاص المنبعثة من السيارات الى ما يقارب 500000 طن سنوياً حيث يضاف الرصاص من اجل تخفيف صوت احتراق الوقود ، وليحترق البنزين بسهولة وسلاسة وانتظام ، وان الكميات التي تنبعث في سماء المدن تشكل كميات كبيرة ، ففي مدينة طهران وحدها ينبعث في سمائها طنان من الرصاص يومياً حيث يستنشق كل فرد نصف غرام من الرصاص الناجم عن احتراق ستة ملايين لتر بنزين .

وتنتج التأثيرات الضارة للرصاص بسبب انه يعمل على الاتحاد مع مجموعة السلفوهيدريل (SH) الموجودة في الانزيم المسؤول عن تكوين الهيم Heme أحد مكونات الهيموجلبين [14]، وينتج عن ذلك نقص في تكوين جزيئات الهيموجلبين بالدم ، ومن ثم الاصابة بمرض الانيميا ، وبنفس الطريقة يؤثر الرصاص على كثير من الانزيمات في الجسم المحتوية على مجموعة السلفوهيدريل (SH) مما يؤدي الى اختلال العديد من وظائف الجسم [173 14,148,149,157] .

وأثبتت الدراسات ان 50 % من الرصاص في دم الانسان في أمريكا سببه تلوث الهواء بالرصاص ، حيث تنطلق دقائق رابع ايثيل الرصاص Tetra Ethyl Lead من بنزين السيارات ، وينفذ هذا الشكل من مركبات الرصاص من خلال الجلد ، ويسبّب تسمّماً حاداً نتيجة التعرض المستمر عن طريق اللمس ، وينتشر في الهواء ويصل الى الجسم عن طريق الجهاز التنفسي Respiratory system ، ويؤثر ذلك على أنسجة الدماغ واختلال عمل الكلية وعسر الهضم ويؤدي الى التخلف العقلي والشلل الدماغي وتعاقب النوبات .

ووجد أن كلاً من التدخين وتناول الكحول يفاقم من تأثير الهواء الملوّث بالرصاص الذي يؤثر على صحة الانسان ، كما وجد ان الاشخاص البالغين الذين يدخنون أكثر من عشرين سيجارة في اليوم يكون تركيز الرصاص في دمائهم أعلى بنسبة 10 % من الأشخاص غير المدخنين ، بالاضافة الى ان للرصاص تأثيراً على الجهاز العصبي Nervous system عند البالغين والاطفال ، حيث يتسبب في زيادة نفاذية حاجز (الدماغ / الدم) فيصبح اكثر نفاذية لبلازما الدم وما تحمله من مركبات كيميائية ويؤدي الى مضاعفات أخرى كالغيبوبة وارتخاء العضلات ، كما يؤدي ايضاً الى إحداث خلل في افراز حامض اليوريك Uric Acid ، وبالتالي الى زيادة تركيزه في الدم وترسبه في المفاصل والكلى ، وقد يتراكم في أنسجة الكلية مدة تصل الى سنوات مما يسبب قصور الكلى المزمن ويعمل على تعطيل عمل الانزيمات ويؤدي الى فقر الدم ويؤثر على خلايا المخ [11,14,48,79,148,149,173] .

ومن المهم ان أذكر هنا ، تأثير الرصاص على الاطفال لإدراك مدى خطورته في البيئة حيث أشارت إحدى الدراسات التي قام فريق بحث من كلية طب البرت اينشتين في امريكا الى أن هناك تراجعاً في مستوى الذكاء عند الاطفال الناتج عن تراكم الرصاص في الدم ، وخلصت الدراسة الى ضرورة تقليل مستويات الرصاص في الدم عند الاطفال الذين لا تظهر عندهم أعراض واضحة للتسمم بالرصاص ، وتقترح الدراسة ايضاً ان تنظيف دم الاطفال من الرصاص يؤدي الى تحسين مستوى ادائهم في الاختبارات [130] . وأظهرت الدراسات الحديثة ان الكميات الضئيلة من الرصاص يمكن ان تتلف عملية تطور الدماغ وتؤثر في الذكاء ومن هذه الدراسات تلك التي قام بها مجموعة من الباحثين في الاردن لتحديد مستوى الرصاص في الدم لدى المواطن الاردني ، حيث أثبتت نتائج الدراسة ان المتوسط الحسابي لمستوى الرصاص في الدم يساوي (2.18 ميكروغرام / 100 مليلتر) وهذا المستوى أقل من مستوى الرصاص لدى المواطنين في دول أخرى [132] .

وأشارت الدراسة الى ان انخفاض مستوى الرصاص في الدم لدى المواطن الاردني يعود الى انخفاض نسبة تلوّث الهواء بالرصاص في البيئة الأردنية ولانخفاض مستوى تلوّث الأغذية بمادة الرصاص ، في حين أن متوسط مستوى الرصاص في الدم للمواطنين في أمريكا هو (13.9ميكروغرام / 100مليلتر) خلال الفترة

(1980 - 1976) ، وفي السويد 3.29 ميكروغرام لكل 100 مليلتر من الدم في عام 1988 [132] .

وتبعاً للمعلومات الفيدرالية لعام 1995 وهي المعلومات الأحدث في الولايات المتحدة الامريكية ، فإن ثمانية ملايين طفل امريكي هم في مستوى الخطر نتيجة التأثر بالرصاص ، حيث تزيد نسبته في دمائهم عن 10 ميكروغرام ، ممّا يعرّض مستويات الذكاء للتدهور ، وأن تركيز (8 - 7) ميكروغرام / لتر من الرصاص في دم الأم يؤدي الى نقص في وزن الجنين . وعندما يزيد تركيز الرصاص في الدم عن (30 ميكروغرام / 100 غرام) ، فان ذلك يؤدي الى ظهور الانزيمات في البول كنتيجة لاحباط تكوين الهيم أحد مكونات الهيموجلبين [130,148,173] .

وأشير الى أن 60 باحثاً من تسع وعشرين دولة اجتمعوا في المقر الاوروبي لمنظمة الصحة العالمية في كوبنهاجن في تشرين أول عام 1991 ، حيث أكّد الباحثون أن تلوّث البيئة هو المسؤول عن تشوهات الأجنة ومشاكل النمو والعقم عند بعض البالغين وحتى بعض أنواع السرطان ، وأطلق هؤلاء العلماء صرخة إنذار من أن الأطفال الذين سيولدون في الاجيال القادمة سيحملون وزر البيئة الملوّثة الآن ، وأكّد العلماء أن تشوهات الأجنة باتت مشكلة دولية تعود بشكل خاص الى تلوّث البيئة موجهين الاتهام بشكل خاص الى الرصاص والزئبق والاكاسيد التي تشكل سموماً بالنسبة للولادات تماماً مثل الادمان على الكحول والتبغ والمخدرات ، وعدّد العلماء مواد اخرى أنها وراء التشوهات كالمبيدات الحشرية والمواد العضوية والهورومونات المصنّعة [131,190,194] .

وفيما يتعلق بمشاكل العقم أكّد العلماء أن القصور في القدرة على التوالد في المرحلة الجنينية يصيب الرجال والنساء ، وذكر الباحثون أن % (20 - 10) من الازواج في العالم يعانون من صعوبات في الانجاب وأن 60 % من الاجهاضات التلقائية قبل اكتمال نضوج الجنين ترتبط بتطور صبغي وأن 30 % من المواليد الجدد يصابون بأنواع مختلفة من التشوهات [131] .

وهناك محاولات للتقليل من إنتاج الرصاص حيث عمدت الولايات المتحدة الامريكية إلى تقليل نسبة الرصاص في البنزين ، فمثلاً كان البنزين يحتوي على غرام واحد لكل جالون في عام 1970، واصبح 0.1 غرام لكل جالون في عام 1986 أي

تم تخفيض كمية الرصاص عشر مرات ، كما نجحت اليابان في تخفيض نسبة الرصاص من منتجاتها البترولية حيث اصبحت 90 % من هذه المنتجات خالية من الرصاص .

واتخذت الاردن إجراءات من أجل فصل البطاريات الجافة عن النفايات المنزلية بسبب خطرها الشديد على الصحة وتلوث البيئة ، لاحتوائها على مواد سامّة منها الرصاص وعناصر أخرى ثقيلة حيث تأتي خطورتها على الانسان عن طريق التخلص منها بأسلوب خاطيء عندما لا يتم فصل النفايات المنزلية ، وعند هطول الامطار تختلط هذه المياه بالنفايات مما يؤدي الى وجود تراكيز للعناصر الثقيلة بالمياه ، فيؤثر ذلك سلباً على المياه الجوفية او المياه التي تصل الى تجمعات مائية يستخدمها الانسان . .

كما أنجزت شركة مصفاة البترول الأردنية نوعاً جديداً من البنزين الخالي من الرصاص ، ويعتبر هذا الانجاز خطوة متقدمة في مجال المحافظة على البيئة حيث يسهم في الحد من السموم الخطيرة التي تتصاعد من عوادم السيارات ومنها جسيمات الرصاص .

الزئبق - Mercury :

بالرغم من أن الفلزات جميعها صلبة ، إلا ان الزئبق (Hg) يوجد في الحالة السائلة [79] ، ويعمل الزئبق على تلويث الهواء عندما يوجد في صورة بخار ، كما أن جسيمات المبيدات الزراعية تحتوي على الزئبق حيث تنبعث هذه الجسيمات من خلال محطات التعرض لأبخرة الزئبق او عن طريق التعرض لمركبات الزئبق العضوية او تعرض الجلد لمفرقعات الزئبق .

وان لبخار الزئبق تأثيراً خطيراً على صحة الانسان حيث ينفذ الى الرئتين ثم ينتقل ليتراكم في الدماغ وأجزاء أخرى من الجسم والى تشوهات جنينية والى التخلف العقلي ، بالاضافة الى التهاب اللثة والرجفة وتلف الكلية وحتى السرطان في بعض الاحيان ، ويعتبر الزئبق ملوّثاً خطيراً وخصوصاً في حالة تحوّل الزئبق اللاعضوي الى صورة عضوية على شكل ميثيل الزئبق عن طريق الاحياء المجهرية ثم يتركز بالطعام ، كما يؤثر بخار الزئبق على الجهاز العصبي المركزي بشكل تدميري [14,79,143,148,173,184] .

ومن حوادث التسمم بالزئبق ما حدث للعالم نيوتن حيث اصيب بالجنون في آخر أيام حياته ، نتيجة تداوله وتعامله مع مركبات الزئبق ، وكان يهدف من ذلك الحصول على المعادن الثمينة كالذهب . وقد توصل العلم الحديث من خلال أبحاث الكيمياء النووية لتحويل الزئبق الى ذهب بعد قذف(Hg) بنيوترون فينتج نظيرالزئبق الذي يتحلل متحولاً الى ذهب والكترون موجب كما يوضح ذلك التفاعل الكيميائي رقم (42)

$$(42) \;\ldots\ldots\ldots\; {}^{196}_{80}Hg + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{197}_{80}Hg \longrightarrow {}^{197}_{79}Au + {}^{0}_{1}e$$

زئبق — نيترون — نظير الزئبق — ذهب — الكترون موجب (بوزيترون)

وفي عام 1970 وقعت في العراق أسوأ حادثة تسمم بالزئبق أدت الى وفاة 500 شخص وإصابة 700 آخرين نتيجة الاستخدام المباشر في الاستهلاك للبذور المعاملةبالزئبق التي تستخدم بالزراعة [11] .

الكادميوم - Cadmium :

يعتبر الكادميوم من المعادن الثقيلة Heavy Metals التي تلوث الهواء ، حيث يستعمل في صناعة السبائك وأسلاك اللحام والالواح والبطاريات القلوية ، وكذلك يستخدم كمانع للصدأ عن الادوات الحديدية والفولاذية بطريقة الرش المضغوط للكادميوم .

ان استنشاق ابخرة الكادميوم يؤدي الى انتفاخ الرئة Emphyseme وتليّف في أنسجة الرئة والكلية وطرح بروتينات غير طبيعية Abnormal Protiens في البول والى اضطراب عمل الجهاز الهضمي وأمراض القلب وارتفاع ضغط الدم ، كما أنه يتراكم في الأعضاء التناسلية والكبد والكلية مسبباً تسممات عديدة قد تؤدي الى التشوهات الخلقية وبعض أنواع السرطانات [14,79,143,145,148,184] .

ويؤثر الكادميوم (Cd) على العظام مسبّباً اضمحلالها تدريجياً ، وتتعرض العظام ايضاً للكسر على أثر هزات ضعيفة مثل السعال ويعرف هذا المرض بـ « أيثي أيثي » الذي توفي بسببه 100 حالة عام 1965 في اليابان [14,79,143,145,148, 173,182,184] .

النيكل - Nickel :

إن التعرض لمحاليل النيكل عند تنقية المعدن أو الطلاء الكهربائي حيث يستخدم أو استنشاق بخار النيكل او استنشاق الاتربة عند تنقية هذا المعدن ، تعتبر جميعها من الملوّثات الخطيرة على الانسان والهواء .

ولبخار النيكل Nikel Fume تأثير على الجهاز التنفسي للعاملين في الصناعة ، ومن هذه الابخرة بخار كربونيل النيكل $Ni(CO)_4$ الشديد السمية حيث يهاجم بروتينات أنزيم سايتوكروم الاكسداز Cytochrome Oxidase ويسبّب ايضاً تقرحات في الجلد وسرطان الجيوب الأنفية والرئة [14,79,143,145,148,184] :

$$(43) \;\ldots\ldots\ldots\; 4CO + Ni \longrightarrow Ni(CO_4)$$

اول اكسيد الكربون   نيكل   كربونيل النيكل السام

الزرنيخ - Arsenic :

يوجد الزرنيخ بالصناعة حيث يستخرج ويتم تنقيته من خاماته ، وتستخدم مركبات الزرنيخ لرش أشجار الفاكهة لقتل اليرقات وتعفير القطن لقتل الديدان ، كما تستخدم كمبيدات حشرية وفي عمليات الطلاء الكهربائي في أسفل السفن لمنع التعفن وفي تحضير العقاقير الطبية .

وللزرنيخ (As) خاصية التراكم الحيوي ، حيث يتراكم على طول السلسلة الغذائية ، ويتراكم بعد ذلك في أنسجة جسم الانسان ، وتعتبر مركبات الزرنيخ ضارة جداً مثل ثالث اكسيد الزرنيخ (AS_2O_3) حيث أن 100 مليغرام منه كافية لقتل الانسان ، ويؤدي ذلك الى التهاب الشعيبات الهوائية وسرطان الكبد وسرطان الرئة والتشوهات الخلقية .

كما ينتج بخار الزرنيخ السام عن طريق تحوّل الزرنيخ بفعل بعض أنواع الفطريات الموجودة في الاخشاب حيث يستخدم كمادة حافظة .

$$(44) \;\ldots\ldots\ldots\; R-As \xrightarrow[\text{فطريات}]{\text{Moulds}} H-\underset{H}{\overset{H}{As}} + CH_3-\underset{}{\overset{CH_3}{As}}-CH_3$$

(الزرنيخ)   (بخار الزرنيخ)   (ثلاثي ميثل الارسين)

إن استنشاق بخار الأرسين (الزرنيخ) يسبب تكسّر كريات الدم الحمراء مما ينتج عنه إفراز مادة الهيموجلبين بالبول وبالتالي فقر الدم واصفرار بالانسجة [14,64,79,143,145,148,173,182,184] . وفي حال تعرض الانسان لاتربة مركبات الزرنيخ ، فان الغبار يترسب حول الانف والفم والرقبة ويسبب حدوث تآليل تتحول الى أورام سرطانية .

البريليوم - Beryllium :

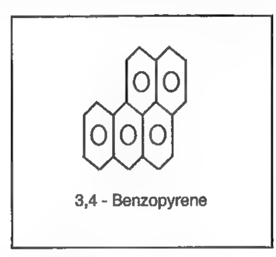
أن مصدر تلوّث الهواء بالبريليوم (Be) هو عمليات التصنيع حيث يستخدم لتحضير سبائك النحاس وتوليد الطاقة الذرية وصمامات الراديو ، ومصابيح النيون ، كما يستخدم كوقود للصواريخ .

يعتبر البريليوم ومركباته من أخطر الملوّثات السامّة حيث يسبب (Be) العديد من أمراض الرئة ، وفي حال تعرّض الانسان لكميات عالية ، فان الموت السريع سيلحق بالانسان ، وان التعرض للاتربة المحمّلة بالبريليوم او ابخرته المتصاعدة من المعدن يؤدي الى التهاب أغشية الانف والشعب الهوائية وقد ينتج عنها التهاب رئوي.

كما أن تلوّث الجروح بأملاح البريليوم التي تدخل في صناعة مصابيح النيون يؤدي الى ظهور أورام جلدية وأورام مماثلة بالكبد والغدد والاعضاء الاخرى ، ويجب أن لا تزيد نسبة تركيز البريليوم في الجو عن (2 ميكروغرام / م^3 من الهواء) ويحدث التسمم بالبريليوم عندما يصل تركيزه الى (100 مبكروغرام / م^3 هواء) [14,64,79,143,145,148,182,184] .

جسيمات الهيدروكربونات
Hydrocarbons Particulates

تعتبر جسيمات الهيدروكربونات العطرية متعددة النواة (Polynuclear Aromatic Hydrocarbons) التي تمثل العديد من ملوّثات الهواء المسببة للسرطان (Carcinogen) مثل مادة (البنزوبيرين) التي تؤدي الى تخرش القناة الهضمية ، وربما سرطان القناة الهضمية والقولون وسرطان الشرج ، ومادة الميتلكولانترين التي



3,4 - Benzopyrene

تنبعث من عوادم السيارات ، ومادة الاميانت المكونة لفرامل السيارات ، كما تحتوي الجسيمات الهيدروكربونية على مواد مؤكسدة مثل نترات بيروكسي أسيل Peroxy Acyl Nitrate (PAN *) ونترات بيروكسي البروبينيل Pyroxy Propinoyl Nitrate) (PPN **) .

$$CH_3-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-O-ONO_2 \qquad (PAN)^*$$

$$CH_3CH_2-\overset{\overset{O}{/}}{C}-O-O-NO_2 \qquad (PPN^{**})$$

ويقدِّر العلماء مجموع الهيدروكربونات المنبعثة الى الجو في عام 2000 م بحوالي 558 مليون طن ، وهذا أمر خطير على الانسان وعلى البيئة حيث يهدِّد طبقة الاوزون بمزيد من التآكل [65]*** .

***محمد الدبوري ، الحالة الراهنة للغلاف الجوي - ابحاث ودراسات بيئية 1993 [65]

جسيمات المبيدات الزراعية
Pesticides Particulates

تتكون هذه الجسيمات من مواد عضوية مكلورة مثل (ثنائي كلورو الفينل - ثلاثي كلورو الايثان - Dichloro Phenyl Trichloro Ethane) التي تختصر بـ (D.D.T.) حيث أن هذه الملوثات ثابتة العضوية الفوسفاتية ، ومبيدات البكتيريا Bacteriocides ومبيدات الفطريات Fungicides ، وتنبعث هذه المركبات الى الهواء ثم تسقط على الماء والغذاء فتلوثه ، وتكمن خطورة هذه المبيدات باحتوائها على العناصر الثقيلة ، وتحتوي الجسيمات العالقة بالهواء على العديد من هذه العناصر مثل الكادميوم والبريليوم والنيكل . وسأتناول المبيدات الزراعية فيما بعد بشيء من التفصيل [141,146,148,182] .

تلوث الهواء بالاسبست
Asbestos

من ملوّثات الهواء الخطيرة على صحة الانسان والبيئة الاسبست ، حيث يتم تعدين الاسبست في أماكن عديدة من العالم مثل كندا وروسيا وجنوب أفريقيا ، ويمتاز هذا المعدن بأليافه المرنة الشديدة ذات المقاومة العالية للحرارة والثبات الكيميائي في مواجهة أغلب الاحماض المعدنية ، ويدخل في تركيب الاسبست 95 % من سيلكات المغنيسيوم المائية ، وتستعمل الالياف على شكل أنسجة مقاومة للحريق كتلك التي يستخدمها رجال الاطفاء ، كما يستخدم في أغراض متعددة منها كبطانة لمكابح السيارات او أسطح عازلة للمباني لمنع تسرب الحرارة او طبقة غير موصلة حول التمديدات الكهربائية بعد ان يتم ضغط الالياف .

ويحدث في كثير من الحالات ان يبدأ الاسبست المضغوط بالتفكك فتنطلق أليافه الدقيقة في الهواء ، مما يؤدي تراكم هذه الالياف في الرئة الى عدد من الامراض التنفسية ، وقد تقود هذه الألياف المهيجة للانسجة الى الاصابة بسرطان الرئة ، ويقدّر الأطباء عدد حالات الوفاة من الامراض ذات العلاقة بالاسبست في الولايات المتحدة الامريكية بما يقارب 8500 حالة سنوياً [14,64,148,182] .

ويبين الجدول (15 - 2) أهم ملوثات الهواء من الغازات والابخرة والغبار ومصادرها وأضرارها الصحية على الانسان .

جدول (15 - 2)

اسم المادة	المصدر	الضرر
أول اكسيد الكربون CO	تنتج من الاحتراق الجزئي للفحم ، عادم السيارات . **ملحوظة** : يراعي تهوية أماكن الدفايات التي تستخدم الخشب نتيجة تولد هذا الغاز بكميات كبيرة في فصل الشتاء مؤدياً لاختناق طالبي الدفء .	غاز سام يطرد الاكسجين من الاوكسي هيموجلوبين ليكون كربوكسي هيموجلوبين لذا يحدث اختناق وتسمم الدم وتحدث الوفاة عند وصول نسبته بالدم النقي الى 75 % فيصطبغ لون المريض باللون الاحمر .
ثاني اكسيد الكبريت SO_2	من البراكين ، احتراق الوقود المحتوي على نسبة من الكبريت ، في بعض الصناعات مثل صناعة النحاس، البترول .	تهيج الأغشية المخاطية للجهاز التنفسي والعيون .
أكاسيد النيتروجين	نتيجة الشرر الكهربي عند حدوث البرق ، في صناعة حامض النيتريك ، عوادم السيارات .	مهيج للعيون ، ضار بالنباتات .
الهيدروكربونات	احتراق الوقود في الآلات الاحتراق الداخلي والفحم والخشب وتحلل البكتيريا وفي الغابات المرطبة والمستنقعات .	السرطان ، إتلاف جهاز الكلوروفيل في النباتات ومن فوائده امتصاص ثاني اكسيد الكربون وإخراج الاكسجين .
ابخرة الرصاص ابخرة الزئبق	مصانع صهر الرصاص والبطاريات السائلة ومصانع البويات الحاوية للرصاص .	آلام معوية ونفسية وعصبية حادة وشلل ويشكل امتصاص أبخرته خطورة على الاطفال والشيوخ .
غبار السليكا	ناتجة عن العمليات الميكانيكية لطحن الاحجار .	
غبار القطن	يحدث بين المشتغلين بالصناعات القطنية حيث تتم عمليات الغزل .	

أهم ملوثات الهواء ومصادرها وأضرارها على صحة الانسان [79]

كما يلخص الجدول (16 - 2) بعض الامراض الناتجة عن ملوثات الهواء الاولية التي تصيب الانسان والحيوان .

جدول (16 - 2)

التأثيـــر	نوع الملوث
(أ) مرض التحجر الرئوي Silocosis ويعرف ايضاً بمرض الغبار الحجري Stone dust disease . (ب) مرض Pneumoconiosis ويعرف بمرض الغبار Dust disease (جـ) مرض الالتهاب الأسبستوزي Asbestosis	1 - الجسيمات
نقص في قدرة الهيموجلوبين على نقل الاكسجين الى أجزاء الجسم حيث يتحد غاز أول أكسيد الكربون مع الهيموجلوبين مكوناً كربوكسي الهيموجلوبين الذي لا يستطيع حمل الاكسجين ، مما ينتج عنه آثار جانبية متعددة في الجسم تشمل الضعف العام وارتخاء العضلات ، وسرعة التنفس وغيرها ، كما يتحد غاز أول أكسيد الكربون مع الحديد اللازم لبعض الانزيمات التنفسية ، مما يؤدي الى احباط عملها او تقليل فعاليتها .	2 - غاز اول اكسيد الكربون
يسبب تهيج للبطانة المخاطية في الجهاز التنفسي ، مما يؤدي الى سعال شديد وضيق في التنفس ، كما يعطل غاز ثاني اكسيد الكبريت عمل الاهداب الدقيقة المبطنة لمجرى الجهاز التنفسي ويسبب التهاب بالقصبات والشعيبات الهوائية .	3 - غاز ثاني اكسيد الكبريت
يتحد مع الهيموجلوبين مكوناً الميثاجلوبين Methaemoglobin مما يسبب نقص في وصول الاكسجين الى أنسجة الجسم ، وعند التركيز العالي لهذا الغاز فانه يسبب شلل مميت ، وكما أن التعرض لتركيزات منخفضة من هذا الغاز يسبب ما يعرف بظاهرة الطفل المزرق Blue Baby بسبب تكون الميثاجلوبين .	4 - غاز اول اكسيد النيتروجين
يسبب تهيج في البطانة المخاطية للجهاز التنفسي بسبب رائحته المخرشة والمسببة لحساسية معينة وعند التركيز العالي يسبب مرض التربل Oedema.	5 - غاز ثاني اكسيد النيتروجين
يسبب الأوزون تهيج البطانة المخاطية للعيون والجهاز التنفسي . وعند التركيز العالي فانه يسبب اختناق رئوي والتهاب في الشعيبات الهوائيـة ومرض التربل ومرض انتفاخ الرئـة Emphysema	6 - غاز الاوزون

بعض الأمراض الناتجة عن ملوثات الهواء الأولية التي تصيب الانسان والحيوان [14]

تابع جدول (16 - 2)

نوع الملوث	التأثيـــر
7 - الزئبق	يهاجم الزئبق أنسجة الجهاز العصبي المركزي ويسبب آثاراً نفسية وعصبية ، كذلك يسبب تلوث الهواء ببخار وجسيمات الزئبق اضطرابات في الجهاز التنفسي والتهابات متنوعة وتشنج العضلات.
8 - الرصاص	ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات الرصاص ومركباته فقر الدم وشلل الأطراف وتلف أنسجة الدماغ .
9 - النيكل	يسبّب النيكل التقيؤ والصداع وسرعة التنفس كتأثير مباشر ، كما ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات ومركبات النيكل تحرّق بالجلد ، وقد يسبب ايضاً كل من سرطان الرئة وسرطان الجيوب الأنفية .
10 - الزرنيخ	يسبب تلوث الهواء بالزرنيخ كل من سرطان الجلد وسرطان الكبد وسرطان الرئة ، كما قد يؤدي تلوث الهواء بالزرنيخ الى تشوبهات خلقية.
11- الكادميوم	يسبب تلوث الهـواء بالكادمـوم مرض ويلسون Wilson's disease ، كما يؤدي الى تلف الرئة والكلية .
12 - البريليوم	يسبب تقرح الجلد وتهيج بطانة الجهاز التنفسي ، كما يسبب ايضاً مرض التهاب البريليولي Breylliosis كما قد ينتج عن تلوث الهواء بجسيمات البريليوم ومركباته سرطان نخاع العظم .

الجسيمات السائلة
Liquid Particulates

وتشتمل هذه الملوثات على جسيمات الرذاذ Mist التي تتكون من سائل معلّق في الهواء ، وجسيمات الايروسولات Aerosols التي تكون في الحالة الصلبة او السائلة ، ولا تمتلك خاصية التراكم مثل جسيمات الضباب Fog المرئية .

وخلاصة القول ، ان الجسيمات بمختلف انواعها الصلبة والسائلة تسبب العديد من المخاطر على الانسان والحيوان والنبات ، حيث أثبتت إحدى الدراسات الامريكية ان هناك علاقة بين ارتفاع مستوى التلوث البيئي وازدياد حالات الوفاة ، وان معظم

حالات التلوث ناتجة عن دخان المصانع وغبار الاتربة وجسيمات ناتجة عن عمل محطات الطاقة ، وأن هذه الدراسة التي اجريت على 522138 شخصاً من مختلف الولايات المتحدة الذين يعيشون في مناطق تشهد نسبة تلوث بيئي عالية يموتون قبل غيرهم بمدة لا تقل عن سنتين ، وان سكان هذه المناطق اكثر عرضة للوفاة المبكرة مقارنة مع غيرهم من الاشخاص الذين يقطنون المناطق التي لا تعاني من تلوث بيئي مرتفع ، وأن لجسيمات الغبار أضراراً بالغة على صحة الانسان ،حيث تسبب الكثير من أمراض الربو والحساسية والتحجر الرئوي ، كما يترسب بعضها على الجلد مسبباً أكزيما الجلد ، والغبار العالق يشمل الجسيمات التي تبقى عالقة في الهواء وتسقط بفعل الجاذبية الارضية بمعدل بطيء .

وهناك طرق لقياس تلوّث الهواء بالمعادن الثقيلة والجسيمات ، فمثلاً يمكن قياس تلوّث الهواء بالرصاص ومركباته باستخدام جهاز الطيف للامتصاص الذري Atomic Absorption Spectrophotometry وطريقة* التفلور بأشعة اكس x - Ray Fluoresence او باستخدام طرق الكروموتوغرافيا المختلفة Chromotography Methods . كما يمكن قياس تلوّث الهواء بالجسيمات بطريقة الترسيب Sedmintation والترشيح Filtration والتجزئة الحجمية Size Fractionation [15,147,148,171] .

ويمكن ايضاً استخدام اوراق النباتات الراقية كوسيلة لدراسة تلوّث الغبار بالعناصر الثقيلة حيث تتعرّض النباتات لترسيب الجسيمات العالقة عليها من الهواء ، وقد تكون هذه الجسيمات مكوّنة من مواد فعّالة مثل دقائق الغبار القلوية المحتوية على دقائق الحجر الجيري او جسيمات الاسمنت ، كما قد تحتوي الجسيمات التي يمكن ان تترسب على النباتات التي تمتلك اوراق ذات سطوح كبيرة ، فيتجمع عليها دقائق الغبار المحملة بالدقائق المعدنية المختلفة مثل النحاس والزئبق والنيكل والخارصين ، لذلك يمكن ان تصلح النباتات كوسائل كاشفة للتلوث .

وللإقلال من الانبعاثات الناتجة عن الجسيمات تستخدم أجهزة تحكم تنتزع الجسيمات قبل إنطلاقها الى الجو ، بالاضافة الى تغيير مواصفات المصدر بحيث

* تتلخص طريقة التفلور بأشعة اكس : حيث تجمع اوراق النباتات في المناطق الملوثه ثم تغسل بمحلول [(Ethylene Diamine Tetra Acetic Acid (EDTA)] ثم تنظف بالماء عالي الايونات (Deionized Water) او تغسل بالكلوروفورم وطريقة التذبذب السمعي Ultrasonic Vibration عند التحليل بطريقة تفلور أشعة إكس .

تتكون كميات اقل من الجسيمات مثل تغيير الوقود من الفحم الى الغاز الطبيعي والتخلص من الحرق في الهواء الطلق في مراكز جمع القمامة والاستعاضة عن ذلك بطمرها بصورة صحية او إعادة استعمالها [13,64] .

5 - 2 تلوّث الهواء بالنفايات الصلبة

إن مشكلة النفايات المتمثلة بالمخلفات الصناعية مثل صناعة الالمنيوم وطلاء المعادن ومصانع النسيج ومخلفات الإطارات المطاطية والبلاستيكية والورقية ، ومخلفات المختبرات العلمية ومراكز البحث والمستشفيات وغيرها أصبحت خطراً يهدد البيئة العالمية.

وعلى سبيل المثال فقد طرح سكان الولايات المتحدة الامريكية ما يعادل 380 مليون طن من المخلفات في عام 1980، ونتج عن الصناعة وحدها في عام 1965 بما يقدر بحوالي 1.1 بليون طن في شكل مخلفات المناجم وفضلات غسيل المصانع ، بالاضافة الى المخلفات الصخرية حيث كانت تنتج الولايات المتحدة الامريكية ما يعادل 5.6 بليون طن في منتصف الستينات ، وكان اكثر من نصفها دون استخدام ، وهذا بدوره ينعكس على تلوّث الهواء ويعمل ايضاً على تلوّث المياه الجوفية بعد ان يتسرب قسم منها الى التربة ، ويحتاج امر التخلص من هذه النفايات الى 55 مليون وعاء متوسط الحجم و16 مليون قنينة و 65 مليون وعاء معدني وبلاستيكي ، وأدوات تعبئة تعتبر في حد ذاتها نفايات صلبة [13,20] .

كما ان مخلفات البلدية تشتمل على مواد معقدة التركيب غير متجانسة من الناحية الفيزيائية او الكيميائية تعتبر مشكلة بيئية حيث ينبعث من المحارق المستعملة أدخنة الغازات الناتجة عن حرق البلاستيك ممّا يؤدي الى تلوّث الهواء .

ولقد بلغ حجم النفايات في روسيا رقماً خطيراً حيث تضيف روسيا سنوياً سبعة بلايين طن من النفايات الصلبة الى جبل النفايات الذي يحتوي على ما يقارب 80 بليون طن في العالم ، من بينها 122 مليون طن مصنّفة على انها سامة و180000 طن نفايات خطيرة جداً [125] .

وترتفع في معظم الدول النامية والمتخلفة جبال القمامة وبقايا النباتات ، وكثيراً ما يجري رميها او تركها عرضة للتفاعل الكيميائي مع أشعة الشمس والرطوبة ، والى جانب ذلك ، هنالك ملايين الاطنان من الفضلات المنزلية التي تتحول الى مصدر

لتكاثر الحشرات المؤذية للانسان والطبيعة / ومن المعلوم ان العالم الثالث ينتج سنوياً اكثر من 550 مليون طن من المخلفات الحيوانية والنباتية ، وهذه الكمية قادرة على انتاج ما يكفيها من الطاقة والاسمدة ، والمهم هو ان تستخدم الطرق العلمية لذلك ، لان هذا من شأنه توفير ملايين الدولارات ، ولعل المهم في موضوع هذه النفايات من فضلات الحيوانات والنباتات أنه يمكن تحويلها الى غاز مولّد للطاقة عن طريق التخمير، وما يتبقى يعتبر سماداً نيتروجينياً مهماً جداً لمضاعفة الانتاج الزراعي في العالم .

وجدير بالاشارة هنا ، الى ان هواء وتربة ومياه شرق ووسط اوروبا قد وصلت الى مستويات خطيرة جداً مقارنة مع دول العالم طبقاً لما جاء في المؤتمر البيئي الذي عقد في بودابست عام 1992 الذي أشار الى أن معالجة مشكلة التلوث تتطلب 300 بليون دولار من اجل تنظيف ما تخلف من أربعين عاماً من التصنيع وتضخم المدن والاهمال الشنيع للموارد الطبيعية ، ويتعين على هذه الدول ان تطبّق بالتدريج معايير بيئية أشد صرامة ، وأ ن تشجّع المستثمرين الاجانب على المساعدة في حل المشكلة فضلاً عن استخدام التكنولوجيا الرخيصة .

إن التخلص من النفايات له مشكلاته الخاصة ، إذا لم تجمع بطريقة سليمة ، وتطمر باشراف متخصصين وتحت القدر الكافي من الاتربة المحكمة ، فان مكبات القمامة تصبح مأوى للقوارض والحشرات وتزيد من دائرة الرائحة الكريهة غير المستساغة [13] .

/ ولقد اتبعت الكثير من الدول أساليب عملية تتعلق بالنفايات الصلبة وكيفية معالجتها وطرق تصريفها بحيث تجمع وتخزّن في حاويات خاصة حتى تصل الى المكب الصحي في شاحنات خاصة ذات مكبس الى ان تدخل مرحلة معالجة القمامة حيث يتم فرز المواد الصلبة في محطات فرز خاصة الى مكوناتها الاصلية ، وبالتالي اعادة استعمالها مرة اخرى لينتج منها النحاس والحديد والزجاج والاقمشة والاوراق والمواد العضوية والاسمدة .

ان عملية الطمر الصحي تعتبر من العمليات والطرق المتبعة لمعالجة النفايات الصلبة حيث تدفن المواد الصلبة في حفر طبيعية او صناعية ، وعند تمام ردم الحفرة تكون الحفرة صحية تماماً ، ويجب مراعاة اختيار المكان المناسب لها ، مع التنبيه الى تفادي تلوّث المياه الجوفية وضرورة الاشراف عليها [11,13,70] .

ويبين الجدول (17 - 2) الغازات الناتجة عن أماكن الطمر الصحي للنفايات المنزلية حيث تختلف كمية الغازات الناتجة حسب نوعية وكمية النفايات الصلبة ، وينتج الطن الواحد من النفايات الصلبة المنزلية ما يعادل 130متراً مكعباً من الغازات . [85]

جدول (17 - 2)

الغـــازات	التركيز ٪	الصفات العامة
الميثـــان	% (40 - 60)	مشتعل ، اخف من الهواء .
غاز ثاني اكسيد الكربون	% (20 - 30)	خانق ، اثقل من الهواء .
اول اكسيد الكربون	تركيزات بسيطة جداً .	سام
النيتروجين	% (15 - 25)	
الهيدروجين	تركيزات بسيطة جداً .	
الامونيـــا	تركيزات بسيطة جداً .	روائح كريهة .
كبريتيد الهيدروجين	تركيزات بسيطة جداً .	روائح وسام .
الأكسجيـــن	حتى 2 %	
بخـــار المـــاء	يختلف حسب درجة الحرارة .	
اخــــرى	تركيزات بسيطة جداً .	روائح

تكوين الغازات الناتجة عن أماكن الطمر الصحي للنفايات المنزلية [85]

وأورد هنا أهم الطرق المختلفة لمعالجة النفايات المنزلية في بعض دول العالم كما يلخصها الجدول رقم (18 - 2) .

جدول (18 - 2)

الدولــــة	الاكثر استعمال ٪	طرق اخرى
الولايات المتحدة الامريكية	طمر صحي (95) %	محطـات الحرق
المملكة المتحدة	طمر صحي (89) %	محطـات الحرق
استراليـــــا	طمر صحي (71 - 60) %	محطـات الحرق
بلجيكـــــا	طمر صحي (71 - 60) %	محطـات الحرق
فرنســـــا	طمر صحي (71 - 60) %	محطـات الحرق

تابع جدول (18 - 2)

الدولـــة	الاكثر استعمال %	طـرق اخـرى
هـولنـــدا	طمر صحي (71 - 60) %	محطـات الحرق
السويـــد	طمر صحي (71 - 60) %	محطـات الحرق
المانيـا الغربيـة	طمر صحي (71 - 60) %	محطـات الحرق
دانمـــارك	محطات الحروق (66) %	طمـر صحـي
سويســـرا	محطات الحروق (70) %	طمـر صحـي
اليابـــان	طمر صحي (52) %	محطـات الحرق
الاردن	القاء النفايات مكشوفة	طمـر صحـي

الطرق المختلفة لمعالجة النفايات المنزلية في بعض الدول [70]*

كما تعتبر مسألة معالجة النفايات من أهم المواضيع البيئية الاقتصادية التي تم إثارتها في المؤتمرات والندوات العالمية ، خاصة فيما يتعلق بسلامة البيئة والمحافظة عليها والبحث عن الوسائل الكفيلة بحمايتها من التلوث ، وقد اخذ هذا الموضوع اهتمام الدول الصناعية منذ سنوات حيث لجأت الدول الى سن القوانين والتشريعات الكفيلة بالحفاظ على البيئة ، واتخاذ الاجراءات الرادعة بحق كل من يتسبب لها بالضرر ، ولجأت الدول الى وضع الاسس والاجراءات المناسبة للتخلص من هذه النفايات بإعادة تصنيعها واستعمالها من جديد .

وفي مصر مثلاً ، فان من الممكن تشغيل 100 مصنع للورق ، و30 مصنع للحديد و 80 مصنع للزجاج و 60 مصنع للبلاستيك إذا تم إعادة تدوير النفايات والاستفادة منها [13,20] .

وتم في بريطانيا اختراع نوع من البلاستيك يتلاشى من نفسه في حالة تعرضه لاشعة الشمس مدة سنة ، ويكمن الاختراع في إضافة مادة كيميائية الى جميع انواع البلاستيك التي تصنع منها العلب والقوارير ، كما تمكنت الابحاث من اختراع البلاستيك القابل للتحلل بالماء .

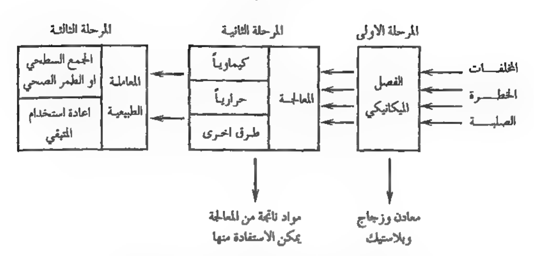
* [70] المصدر : مصادر متعددة ، د. علي الكرمي مركز بحوث البيئة (1990) الجمعية العلمية الملكية .

وعملت اليابان في مدينة اوزاكا على إقامة محرقة للقمامة ذات مقاييس مضبوطة من ناحية تلوّث الهواء ، ويستفاد من الحرارة الناتجة عن الفضلات لتوليد الطاقة ، كما قام المهندسون في السويد بايجاد طريقة لجمع النفايات المنزلية بطريقة الامتصاص بواسطة الفراغ ، وأساس هذه الطريقة ان تلقى القمامة في الفتحة المخصصة لها في البيوت حيث يجري امتصاصها في شبكة قساطل حتى المستودع المركزي ، ومن ثم تضغط في أوعية وتنقل الى أفران الحرق ، فينتج عنها الغازات والزيوت .

وتوصل أحد المختبرات في الولايات المتحدة الامريكية الى انتاج الغاز الحيوي (Biogas) من بقايا المخلفات ومن القمامة المتعفنة حيث تنشط البكتيريا عند توفر الغذاء (الكربون) في النفايات ، وقد توصل عدد من العلماء الى تخمير المخلفات العضوية من خلال وضعها في خزانات ضخمة تحت الارض في ظروف خاصة ، وتحت درجة حرارة تتراوح ما بين (42 - 38) درجة مئوية ، وفي ظل هذه الاجواء ، فان البكتيريا تنشط بقوة عندما تكون بمعزل عن الهواء ، وتحلل المواد العضوية السليلوزية الى احماض تولّد غاز الميثان (CH_4.) ثم الغاز الحيوي وهو ذو طاقة عالية.

ورغم ان كثيراً من الدول المتقدمة قطعت شوطاً في مجال إعادة تدوير النفايات الصلبة من اجل حماية البيئة من التلوث ، ومن اجل إعطائها بُعداً إقتصادياً إلا ان ما تمّ جمعه من المخلفات لا يشكل سوى 50 % ويظل الباقي في الشوارع ، بالاضافة الى ضرورة التعامل باسلوب خاص مع المخلفات الطبية ومخلفات المراكز العلمية والمواد العضوية الضارة ، ومستخلصات الزيوت المعدنية والمواد غير العضوية التي تعتبر مخلفات خطرة تهدّد الانسان والبيئة . ويبين الشكل رقم (6) مخططاً للمعالجة المتكاملة للمخلفات الصلبة الخطرة [70] .

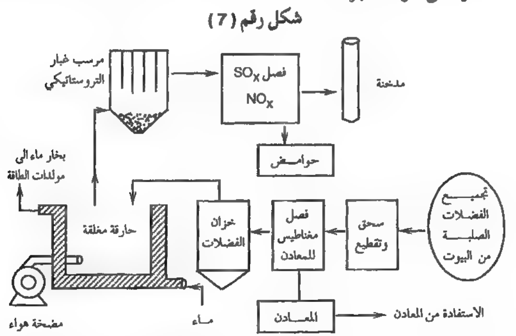
شكل رقم (6)



طرق المعالجة المتكاملة للمخلفات الصلبة الخطرة [70]

كما يبين الشكل رقم (7) مخططاً لاحدى الطرق المتبعة للتخلص من الفضلات الصلبة وهي طريقة حرق الفضلات واستغلال الطاقة الحرارية الناتجة مع السيطرة على ملوثات الهواء .

شكل رقم (7)



احدى طرق حرق الفضلات الصلبة واستغلال الطاقة الناتجة مع السيطرة على ملوثات الهواء [44]

وبالنسبة لواقع مشكلة النفايات الصلبة في الاردن ، فان الاحصائيات والارقام تشير الى ان نسبتها عالية مقارنة مع غيرها من الدول كما يبين الجدول (19 - 2)

جدول (19 - 2)

نوع النفايات	الاردن	الدول الاسيوية	المملكة المتحدة	الولايات المتحدة
	النسبة المئوية بالوزن ٪			
عضويـة	50 - 68	75	30.6	20
ورق	5 - 10	2.0	31.2	43
معـدن	3 - 6	0.1	5.3	7.0
زجـاج	2 - 5	0.2	3.8	9.0
بلاستيك	4 - 6	0.1	5.2	5.0

المصدر : مصادر متعددة ، د. علي الكرمي الجمعية العلمية الملكية / مركز بحوث البيئة [70]

النسبة المئوية لمكونات النفايات الصلبة في الاردن خلال الفترة (1987 - 1986)

واصبحت الكثير من المدن الكبيرة مثل مدينة عمّان العاصمة منطقة حضرية يسكنها أكثر من مليون نسمة ، إضافة الى وجود مدن قريبة منها ، وهي مدن الزرقاء وصويلح ومأدبا بحيث تشكل هذه المجموعة منطقة يمكن الاستفادة من ناتج نفاياتها ، لا أن تكون تلك النفايات عبئاً كبيراً على بيئتها واقتصادها [118] .

ويبين الجدول رقم (20 - 2) حجم النفايات الصلبة في المدن الرئيسة في الاردن خلال الفترة (1987 - 1986) .

جدول (20 - 2)

المدينـة	حجم النفايات السنوية (م^3)	الحجم السنوي لكل شخص (م^3)
عمان	640500	0.8
الزرقاء	309885	1.1
اربـد	64250	0.4
السلط	44530	1.0
العقبـة	15330	0.4

تابع جدول (20 - 2)

المدينـة	حجم النفايات السنوية (م^3)	الحجم السنوي لكل شخص (م^3)
المفرق	35040	1.3
الطفيلة	4490	0.3
الكرك	8030	0.5
معـان	27375	1.9
جرش	9672	0.8

المصدر : د. سامح غرايبة - جامعة اليرموك - ورقة عمل - 1987 [70]

حجم النفايات الصلبة في المدن الرئيسة في الاردن (1987 - 1986)

واذكر هنا أن المخلفات الصناعية التي تتركها المصانع في الاردن والموزعة على مختلف مناطق المملكة تترك تأثيراً خطيراً على الانسان والبيئة ، لذلك فهناك سلسلة من الاجراءات اتخذت في المملكة لجمع هذه المخلفات ومعالجتها يمكن تلخيصها في الجدول رقم (21 - 2)

جدول (21 - 2)

القطاع الصناعي	عدد المؤسسات	التوزيع حسب المحافظات					المخلفات	الاجراءات المتخذة
		عمان والزرقاء	اربد والمفرق	البلقاء	معان	الكرك		
الصناعات الزراعية (الاسمدة والمبيدات والادوية البيطرية)	13	3	5	2	2	1	مخلفات كيماوية غازية وصلبة وسائلة .	تستعمل وحدات معالجة مياه وفلاتر ، اما الصلبة فقسم منها يجمع في اكياس بلاستيكية ترسل للمحرقة والقسم الأخر يستعمل مرة واحدة .
الصناعات الورقية ومواد التغليف	43	33	8	2	-	-	مخلفات ورقية بلاستيكية .	استعمال وحدات معالجة مياه ، اما المخلفات الورقية قسم منها يعاد تصنيعه والقسم الأخر يرسل للمحرقة مع المخلفات البلاستيكية .
الطباعـــة	250	193	34	10	6	7	مخلفات كيماوية وورقية وبلاستيكية .	معظم المخلفات الكيماوية تطرح بالمجاري العامة ، اما الورقية والبلاستيكية تجمع وترسل للمحرقة .
الصناعات الكيماوية بما فيها الادوية البشرية	169	121	34	9	2	3	مخلفات كيماوية وعضوية مختلفة ومواد تعبئة وتغليف ورقية بلاستيكية وزجاجية .	استعمال محطات معالجة مياه للمخلفات الكيماوية ، اما المواد الاخرى تجمع وترسل للمحرقة .
الصناعات البلاستيكية والبتروكيماوية الاخرى	129	98	21	9	1	-	مخلفات بلاستيكية وبتروكيماوية ومواد كيماوية اخرى صلبة وسائلة.	تستعمل وحدات معالجة مياه للمخلفات السائلة اما الصلبة تجمع وترسل للمحرقة علماً بأن وحدات المعالجة غير شاملة لجميع المصانع .
المقالع والتعدين	161	109	22	12	11	7	أغبرة رملية وفوسفاتية واسمنتية.	تستعمل فلاتر خاصة للأغبرة الفوسفاتية والاسمنتية ولكنها غير كافية.
الصناعات الغذائية	929	660	176	39	26	28	مخلفات غذائية ومواد تعبئة وتغليف معدنية وورقية وبلاستيكية .	تجمع باكياس بلاستيكية وترسل للمحرقة مع استعمال محطات معالجة مياه للسوائل المستعملة في التصنيع .

الخلفات الصناعية في الاردن والاجراءات المتخذة لمعالجتها [9] .

ولقد عانى المواطنون في الاردن كثيراً من مكاب النفايات ، وذلك لسوء اختيار مواقعها حيث كانت هذه المكاب قريبة من الأماكن السكنية والزراعية او لسوء استعمالها ، ولم تتبع أساليب الطمر الصحي للنفايات حسب المواصفات العالمية او الخلط بين النفايات الصلبة والسائلة في تلك المكاب ، ممّا أدى الى تلوث الهواء والماء ، وكان لها أثر سلبي على صحة المواطنين الى ان تنبهت وزارة البلديات والبيئة الاردنية حيث أعادت النظر في مواصفات ومواقع مكاب النفايات حيث تم استخدام 24 موقعاً تستخدم كمكاب للنفايات في مختلف مناطق المملكة ، ويتم التخلص من من هذه النفايات بطريقة الطمر الصحي ، كما روعي في اختيار مواقعها بعدها عن مصادر المياه الجوفية والسطحية والأماكن السكنية والزراعية .

كما أن هناك محاولات في الاردن نحو اعادة تدوير النفايات الصلبة والمتمثلة بالمواد المعدنية والبلاستيكية والزجاجية والورقية ، ممّا يوفر كميات من المواد الخام لكثير من الصناعات ، ناهيك عن توفير الطاقة وحفظ البيئة ونمو الاقتصاد ، وتعتبر الاستفادة من النفايات واعادة تدويرها من الطرق المتبعة في الدول المتقدمة إدراكاً من هذه الدول للفائدة في التخلص من النفايات الصلبة والحفاظ على البيئة سليمة نظيفة، وفي هذا الاتجاه سعت أمانة عمّان الكبرى الى دراسة إنشاء مصنع يهدف الى إعادة تدوير هذه النفايات الصلبة في مناطق عمّان قدّرت بحوالي 700 طن يومياً في عام 1986 ، منها 520 طن مخلفات منزلية و 170 طن مخلفات صناعية وتجارية و10 طن كناسة شوارع مكوّنة الاتربة الناتجة عن تآكل الطرق او هبوب الرياح ومخلفات حيوانية وورق الشجر وبعض مخلفات المحلات العامة .

ولقد بلغ انتاج الفرد في الاردن عام 1986 حوالي 0.844 كيلو غرام في اليوم الواحد ، منها 0.4 كيلو غرام نفايات منزلية والباقي نفايات تجارية وصناعية وزراعية ، كما بدأت بعض الصناعات في الاردن بالتركيز على إعادة استخدام المخلفات مثل الورق والكرتون والزجاج حيث يعاد استخدام حوالي 800 طن من الورق سنوياً .

كما ان مراكز البحوث العلمية في الاردن اولت موضوع إعادة تدوير النفايات اهتماماً واضحاً ، فمثلاً قامت الجمعية العلمية الملكية بدور كبير في هذا المجال باعداد الدراسات والابحاث عن التلوث في الاردن ، والوسائل الكفيلة بحماية البيئة ، وقد تمكن فريق من الباحثين في الجمعية الملكية من تصنيع أغشية بلاستيكية عن طريق إعادة تدوير المخلفات البلاستيكية ، وهذا الانجاز جيد في مجال معالجة

النفايات البلاستيكية ويسهم في دعم الاقتصاد الوطني ، بالاضافة الى مساهمته في الحد من التلوث وخطره على الانسان والبيئة .

وفي مجال النفايات الخطرة التي تتخلف عن الصناعات المحلية ، فيتم إتباع طرق المعالجة المتكاملة التي أشرت اليها من خلال الشكل رقم (6) ، بالاضافة الى اتباع الاجراءات المناسبة التي لخصها الجدول (21 - 2) فيما سبق .

وأذكر هنا من خلال الجدول (22 - 2) أهم الصناعات في الاردن ومخلفاتها الخطرة الناتجة عن هذه الصناعات .

جدول (22 - 2)

اسم الصناعة	المخلفات الخطرة
1 - صناعات الالمنيوم	مخلفات صلبة تحوي السيانيد
2 - الصناعات الكيماوية	الزئبق
3 - الدباغة	كروم واصباغ
4 - الصوف الصخري	جزيئات دقيقة من الصوف الصخري
5 - الاصباغ والكيماويات والدهانات	حاويات الاصباغ والكيماويات وبعض العناصر الثقيلة
6 - مصانع الادوية والمستلزمات الطبية	مخلفات الادوية التالفة ، حافظات الادوية اللدائنية
7 - مصانع النسيج	نفايات سائلة تحوي اصباغ
8 - المختبرات العلمية ومراكز البحث	مخلفات لدائنية ، مواد مشعة
9 - المستشفيات ومستودعات الادوية	مخلفات ادوية ، وكيماويات مختلفة
10 - طلاء المعادن	مخلفات معدنية والسيانيد وعناصر ثقيلة مثل الكروم
11 - مصانع مستحضرات التجميل	عبوات مستحضرات التجميل ، مشتقات بترولية صلبة (بارفينية)
12 - مصانع الادوية البيطرية	مخلفات صناعة الادوية البيطرية من مواد كيماوية مختلفة

المصدر : د. ناجح عقيل ، الجمعية العلمية الملكية 1990

اهم الصناعات في الاردن ومخلفاتها الخطرة الناتجة عنها [70]

6 - 2 تلوّث الهواء بالكيماويات

نحن نعيش في بيئة كيميائية Chemical Environment ، فالهواء الذي نستنشق والغذاء الذي نأكل والتربة التي تنمو فيها النباتات كلها تتركب من مواد كيميائية سواء أكانت طبيعية ام صناعية ، حيث تؤثر في عمليات الحياة ، ومنها ما هو ضروري للحياة مثل الفيتامينات Vitamines ، ومنها ما هو غير ضار وليس ضرورياً مثل السليلوز والجرانيت ، ومنها ما له تأثير غير مرغوب به في بعض أشكال الحياة وهي سامة مثل الزئبق والرصاص [34,35,131] .

ولقد اسهمت الصناعات الكيميائية بشكل واسع في افرازات التلوث مما دعا البعض الى تسمية هذا النوع من الصناعات بالثورة الكيميائية التي شهدتها المجتمعات من خلال تصنيع آلاف المركبات الكيميائية المختلفة وان هناك ما يزيد على 30000 مادة كيميائية على نطاق تجاري ، بالاضافة الى ما يزيد عن مليون مادة من المركبات الكيميائية على شكل املاح او محاليل او غير ذلك ، ويخرج عن افرازات التلوث بالكيماويات أكاسيد الغازات المختلفة والأمونيا(NH_3) وفلوريد الهيدروجين (HF) والالدهيدات (RCHO) والكيتونات (RCOR) والفينولات (C_6H_5OH) والجلسرين ($C_4H_8O_3$) الناتج عن عمليات الطلاء وكبريتيد الهيدروجين (H2S) والاحماض العضوية (RCOOH) والالكانات (C_nH_{2n+2}) والالكينات C_nH_{2n} ، بالاضافة الى العناصر الثقيلة Heavy Metals والاسمدة الكيماوية والمنظفات Detergents والمبيدات الحشرية Pesticides . [34,35,131,146,156]

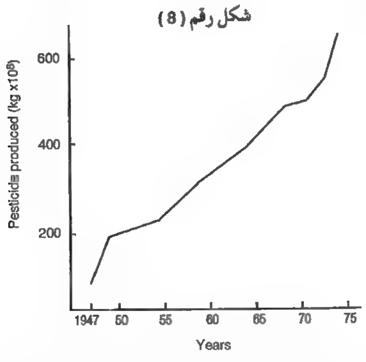
كما اسهمت هذه المواد في التدهور البيئي ، فقد ثبت ان بعض هذه المركبات مسؤول عن الاصابة بالعديد من انواع السرطان ، وأدت كذلك الى حدوث تغييرات وتحولات فيزيائية على هذه المواد ، وتتفاوت هذه التحولات في درجة تأثيرها السام ، ومن الممكن ان تكون مادة كيميائية غير ضارة نسبياً ان تصبح ناتجاً ساماً في البيئة ، ويمكن ان تدخل في حلقة الغذاء وتتراكم في الاعضاء الحية ، وقد يؤدي ذلك الى إحداث تغيرات وراثية بالبروتوبلازم ، وتصبح مزمنة نتيجة تفاعلات كيميائية فيها ، حيث دلت الدراسات على حدوث انحرافات وظيفية كبيرة في الخلايا والانسجة التي تتركز بها المواد الكيميائية نتيجة التعرض الطويل المدى لمواد سامة مثل الاصابة بالسرطان Cancer أو التشوهات الخلقية في الأجنة Tetratogenes .

وللمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزئبق وغيرهما تأثير سمّي كبير حيث تتحد هذه العناصر مع المركبات العضوية لتكوّن مركبات معدنية عضوية شديدة التسمم مثل ملح فلور الزئبق .

وبسبب التزايد السكاني في العالم ، فقد ترتّب على ذلك زيادة الاستهلاك الغذائي وخصوصاً في الدول المتقدمة ، فمثلاً يستهلك كل فرد في الولايات المتحدة الامريكية من الموارد عدة مرات ما يستهلكة أي شخص في دولة اخرى ، وأن الزيادة في النمو السكاني تتطلب زيادة سريعة مماثلة في الانتاج الغذائي وزيادة غلة الاراضي المزروعة ، حيث اصبحت زيادة الانتاج هي العامل الوحيد لسد الحاجة المتزايدة للغذاء ، فالزراعة الحديثة أدخلت علم وراثة النبات ، ويعتمد هذا التقدم على المكننة والري واستعمال المبيدات الحشرية والاسمدة الكيماوية ، الا ان تحقيق زيادة الانتاج بسبب استعمال هذه الوسائل سبّب في الوقت نفسه اضطراباً وخللاً في توازن الدورات الطبيعية للكائنات الحيه ، بالاضافة الى الاضرار العام بالبيئة وتهديد النظام البيئي .

ويبين الشكل رقم (8) الكمية التقديرية لمنتجات الولايات المتحدة الامريكية من المبيدات .

شكل رقم (8)



الكمية التقديرية المنتجة من مبيدات الافات في الولايات المتحدة الامريكية [44]

وتعتبر المبيدات الحشرية من أخطر الملوّثات الكيميائية التي تلوّث الهواء ، حيث أن هناك إنتاجاً هائلاً تنتجه الدول الصناعية من المبيدات الحشرية ، فالولايات المتحدة الامريكية مثلاً تستخدم وحدها ما يقارب 500000 طن سنوياً .

ويأتي استخدام هذه المبيدات من أجل القضاء على الآفات الزراعية في الوقت الذي أصبحت فيه هذه المبيدات مشكلة تحتاج الى حل ، وقد بدأت مشكلة تلوّث البيئة بالمبيدات في عام 1940عندما استخدمت مركبات الكلور العضوية التي تتصف بثباتها الكيميائي وعدم تحللها في الهواء والماء والتربة ، بالاضافة الى قدرتها على الانتقال عبر السلسلة الغذائية الى الانسان والحيوان والنبات لسهولة ذوبانها في الدهون [4,141,148,194].

إن التأثيرات السيئة على البيئة التي سببتها المواد الكيميائية المصنّعة التي تستعمل في مكافحة الحشرات والآفات الزراعية والمركبات الصناعية مثل ثنائي الفينل متعدد الكلورPoly Chlorinated Bi-phenyls (PCBS) أثرّت على الجينات الوراثية مما أدى الى انقراض بعض أشكال الحياة ، كما أن خطورة المبيدات تكمن في عدم قابليتها للتحلل وتمتلك فاعلية كبيرة ضد مجموعة كبيرة من الكائنات الحية وهاتان الخاصيتان مسؤولتان حالياً عن معظم ما يحدث للنظام البيئي من تدهور وتمزق بسبب استعمال المبيدات .

ومن الامثلة على المبيدات الخطيرة مادة Dichloro Diphenyl Trichloro Ethane التي تختصر بـ.D.D.T حيث أن الاستخدامات عالية المستوى من المبيدات الحشرية قد تؤدي الى الوفاة وأن 46 مليغراماً من مادة .D.D.T لكل كيلو غرام من وزن جسم الانسان يمكن أن تسبب زيادة في حدوث الاورام في الكبد والرئتين والاعضاء اللمفاوية في الجسم [64] ، ونتيجة لهذه المخاطر التي يتركها هذا المركب فقد أصبح محرّماً دولياً .

ومن الممكن ان يتحلل مركب.D.D.T الى مركبين آخرين أقل نشاطاً منه وهما (.D.D.D)* و (.D.D.E)** ، ولاحظ عدد من الباحثين في ايطاليا ان ذباب البيوت الاعتيادي وانواع اخرى من الذباب لديها مناعة خاصة ضد مادة .D.D.T [44,64].

* 1,1' - (2,2 dichloro ethylidene) bis [4-chlorobenzene] = (D.D.D.)

** 1,1' - (2,2 dichloro ethyenylidene) bis [4 - chlorobenzene] = (D.D.E.)

(45) ...... Cl–C₆H₄–CH(CCl₃)–C₆H₄–Cl —انزيم خاص*→ Cl–C₆H₄–C(=CCl₂)–C₆H₄–Cl

(D.D.E)

↓

Cl–C₆H₄–CH(COOH)–C₆H₄–Cl

(D.D.A)

(46) ...... Cl–C₆H₄–CH(CCl₃)–C₆H₄–Cl —انزيم خاص→ Cl–C₆H₄–CH(CHCl₂)–C₆H₄–Cl

D.D.D (اقل فعاليه من .D.D.T)

أن الجهل بالتعليمات والارشادات الدقيقة لاستعمال المبيدات الحشرية يشكل خطراً على الانسان والبيئة،حيث ان طرق الرش Spraying التي يكون فيها المبيد الحشري مذاباً في الماء ، وطريقة التبخيرFumingation في حالة المبيدات الغازية التي تتبخر بسرعة عند درجة الحراراة العادية فيتصاعد غاز سيانيد الهيدروجين (HCN) السام الذي يمتص عن طريق الرئتين ويصل بسهولة الى الدم ويعمل على تعطيل عمل كريات الدم الحمراء في الجسم ، وطريقة التعفير Dusting التي يسحق فيها المبيد على شكل حبيبات صغيرة جداً ، وقد يضاف الى المبيد الحشري مساحيق من مواد غير فعّالة لحمله وضمان انتشاره في الهواء مثل الكبريت ، وطريقة التدخين Smoking حيث يحرق المبيد بعد خلطه مع مواد بطيئة الاحتراق مثل الايسوبنزوين Iso Benzoin ليتصاعد دخان الاحتراق محتوياً على المبيد وينتشر للقضاء على الآفات والحشرات المعنية .

---

* يسمى الانزيم الخاص المسؤول عن التحولات الكيميائية بـ (D.D.T. - Dehydrochlorinase)

وان نظرة متأملة الى الطريقة التي يتم فيها رش المبيدات او غيرها من الطرق الاخرى التي ذكرت ، تسهم في تلوّث الهواء مسبّبة المخاطر على الانسان خصوصاً اذا استعملت بطريقة مبالغ فيها ، حيث أن الرش المباشر لقتل الذباب باستعمال ضباب المبيدات او الرش بمحاليل المبيدات على هيئة رذاذ دقيق يؤدي الى تكوين مقاومة لدى الذباب تجاه انواع عديدة من المبيدات ، وفي حالة تكوين مقاومة تستعمل المبيدات الفسفورية في مكافحة الذباب على أن ترش بجرعات مناسبة وتتخذ الاحتياطات اللازمة التي أوصت بها منظمة الصحة العالمية (WHO) [26] .

ويبين الجدول رقم (23 - 2) بعض انواع المبيدات الفوسفورية ونسبة معدل استعمالها والاحتياطات اللازم اتباعها .

جدول (23 - 2)

المبيد	معدل الاستعمال (٪)	الجرعة جرام/ متر مربع	ملاحظات عامة
Diazinon	(1 - 2)	(0.4- 0.8)	تجنب تلوث الطعام او ماء الشرب بأي من المبيدات المستخدمة ، ولا تعامل حجرات اللبن او حجرات تحضير اكل الحيوانات من اصل نباتي الا بعد اخراج هذه المواد منها .
			يمكن استخدامه في أي نوع من حجرات الأكل وحجرات اللبن في مزارع الحيوانات ، ولا يجب رش الطيور او مخلفاتها في مزارع الدواجن .
Dimethoate	(1 - 2.5)	(0.4- 1.6)	مقبول في معاملة مزارع الحيوانات او الدواجن ولكن يجب إبعادها وقت المعاملة ويجب عدم استعماله في حجرات اللبن.
Fenthion	(1 - 2.5)	(0.4- 1.6)	غير مقبول استعماله في مزارع الحيوانات او الدواجن او حجرات إعداد أكل الحيوانات .
Gardona	(1 - 5)	(1- 2)	يمكن استعماله في مزارع الحيوانات او مآوي الحيوانات الاخرى ، ولكنه غير مقبول في اماكن وجود الطيور في جميع المناطق .
Malathion	(5)	(1- 2)	يستعمل في المزارع الحيوانية وبيوت الطيور ، وفي الاخيرة يمكن استخدامه بدون إبعاد الطيور .
Naled	(1)	(0.4 - 0.8)	مقبول الاستعمال في مزارع الحيوانات (فيما عدا حجرات اللبن) . وعند معدل 25% يمكن استعماله في أعشاش الفراخ دون ابعادها .

تابع جدول (23 - 2)

المبيد	معدل الاستعمال (٪)	الجرعة جرام/ متر مربع	ملاحظــــــات عامــة
Ronnel	(1 - 5)	(1-2)	يمكن استعماله في المزارع الحيوانية بما فيها حجرات اللبن ، وفي مزارع الطيور . وغير ضروري إبعاد الطيور وقت الرش ولكن يجب تجنب رش الحيوانات مباشرة ، ولا يجب رش مخلفاتها المعروضة لها دائماً .

بعض انواع المبيدات الفسفورية ونسبة معدل استعمالها [26]

ومن هنا نخلص الى أن التلوث بالكيماويات يعتبر تدنيساً عاماً للطبيعة حيث يترك آثاراً خطيرة على البيئة لا يمكن التنبؤ بها ، وذلك عن طريق انتشار هذه الملوثات في الماء والهواء والتربة بسبب الانتاج الهائل من الكيماويات في العالم حيث ينتج مركب كيميائي جديد كل ثماني ساعات وفقاً لمعلومات برنامج الامم المتحدة للبيئة (UNEP) ، وتدخل كل سنة نحو ألف مادة كيميائية جديدة في نطاق الاستعمال التجاري ، وتقدر المواد الكيماوية المتداولة في السوق بنحو 90000 مادة قيد الاستعمال ، وقد نتجت مشاكل هائلة عن الاستعمالات الكيميائية الواسعة أثناء استعمالها او التخلص من فضلاتها حيث تصل حالات التسمم الخطيرة في العالم الى ثلاثة ملايين سنوياً وحالات الوفاة الى 220000 حالة سنوياً بسبب المواد الكيماوية .

وأن هذه الاستعمالات للكيماويات تشكل أخطاراً كبيرة حيث أدى ذلك الى حدوث كوارث شهدها العالم بسبب تلوث الهواء بالكيماويات وخصوصاً المبيدات الحشرية ، فقد سجل في عام 1967 في مزارع كاليفورنيا 926 حالة من المرض تعزى الى الكيماويات الزراعية المستخدمة ومنها الهيدروكربونات المكلورة والمركبات الفوسفاتية السامة [44] .

وأن تراكم بعض مكونات الجسيمات الملوّثة للهواء ادى الى هلاك 40000 طائر في مركز حديقة كوتودونانا إحدى المدن الاسبانية عام 1973 حيث تعتبر هذه الحديقة أهم مركز طبيعي لتجمع الطيور في اوروبا ، وذلك بسبب الاستخدام الخاطيء لأحد مبيدات الآفات [14] .

وحدث في مدينة بوبال الهندية عام 1984 تسرب غاز ميثل ايسو سيانيد Methyl Iso Cyanide من مصنع شركة Union Carbide للمبيدات الحشرية ،

وقد أدى هذا الحادث الى وفاة 3500 شخص ، ونزح ما يقارب 150000 شخص من سكان المدينة ، ويعتقد أن الحادث أدى ايضاً الى تلوث الغذاء ، وربما يؤدي هذا التلوث الى إصابة 50000 شخص بفقدان البصر حيث مازالت آثاره الخطيرة حتى الآن رغم مرور أكثر من ثلاثة عشر عاماً على وقوع الحادث [11,14,125] .

وتقول التقارير الامريكية انه في عام 1988 كان معدل الوفيات في الزراعة بسبب استعمال المبيدات حوالي 48 شخصاً لكل 10000، اذ ان الكثير من مخاطرها يهدّد صحة المزارع او الانسان ويسبب المشكلات العضوية وغيرها من الامراض مثل فقر الدم ، السرطان ، الالتهابات الرئوية ، تهيج الجلد ، واضطرابات عصبية ، كما يعاني نصف مليون شخص من دول العالم الثالث مشكلات تسمّمية بسبب التعامل مع المبيدات او تلوّث المأكولات او شرب المواد الكيميائية بطريق الخطأ وخصوصاً الاطفال [65]* .

ويبين الجدول (24 - 2) أشهر المبيدات الحشرية الملوّثة للهواء وتأثيرها الخطير على صحة الانسان .

جدول (24 - 2)

نوع المبيد	الاسم التجاري	التأثيــــر	الجرعة القاتلة (غم)
الدرين	Aldrin	سرطان ، تشوه الجنين ، تلف الجهاز العصبي .	5 - 4 غرام
B.H.C	Hexachlorocyclohexane	سرطـــان .	5 - 4 غرام
كلوردين	Chlordane	سرطـــان .	10 - 5 غرام
DBCP	1,2-Dibromo-3-Chloropropane	سرطان ، عقم عند الذكور .	9 - 6 غرام
د . د . ت	Dichlorodiphenyl - trichloroethane	سرطان ، تلف الجهاز العصبي .	
هبتاكلور	Heptachlor	سرطـــان .	10 - 5 غرام
كيبـون	Kepone	سرطان ، تلف الجهاز العصبي .	10 - 5 غرام
براثيـون	Parathion	تلف الجهاز العصبي وتشوه الجنين.	عدة نقط
براكويـت	Paraquat	تشوه الجنين ، تلف الجهاز التنفسي.	10 - 5 غرام

* أسعد سليمان ـ مكافحة التلوث الصناعي [65] .

تابع جدول (24 - 2)

الجرعة القاتلة (غم)	التأثيـــر	الاسم التجاري	نوع المبيد
235 مليتر	سرطان ، عقم عند الاناث .	Nitrofen	نيتروفين
6 - 5 غرام	سرطـــان .	Toxaphene	توكسفين
28 غرام	سرطان ، عيوب خلقية ، تقرحات جلدية .	2,4,5 - T	5,4,2 ـ ت

بعض المبيدات الملوثة للهواء وتأثيرها على الانسان [14]

ويستعمل الاردن كميات كبيرة من المبيدات المستخدمة في مجال الزراعة ،ممّا يستدعي اتخاذ الاجراءات المناسبة لكيفية التعامل معها من قبل المزارعين ، حيث تشير احدى الدراسات التي اجرتها وزارة الصحة الى ان المبيدات الكيميائية كانت المسؤولة عن حالات التسمم بين عامي (1985 - 1983) ، وكانت مبيدات الفسفور العضوية هي المركبات المسؤولة عن التسمم حيث بلغت حالات الوفاة (329) حالة ، وأن معدلات الوفاة الناتجة عن التسمم بالمبيدات الزراعية بلغت (17.35) حالة لكل مليون مواطن ، وهي معدلات مرتفعة مقارنة بالمعدلات العالمية ، والسبب في ذلك يعود الى الاستخدام الخاطيء من قبل عمال غير مدربين وتخزين غير آمن للمبيدات وتلويث الطعام مع وجود متبقيات غير آمنة في المحاصيل [9].

ويبين الجدول (25 - 2) أنواع المبيدات وكمياتها التي دخلت الاردن عام 1979 .

جدول (25 - 2)

الكمية (طن)	نـــوع المبيـــد
	1. مركبات الفسفور العضوية Organophosphates
10	# مونوكروتوفوس Monocrotophos
8	# اثيل البيراثيون Ethyl parathion
6	# مثيداثيون Methidathion
1	# اوكسيد ميتون ـ المثيل Oxydemeton - methyl

تابع جدول (25 - 2)

الكمية (طن)	نــوع المبيــد
0.25	# ميفون فوس Mevinphos
	2. الكاربا ميت Carbamates
14	# ميثوميل Methomyl
	3. المركبات الهيدروكربونية انكلورد Chlorinated HydroCarbons
4	# اندرين Endrin
	4. معقمات التربة Fumigants
3	# اوكساميل Oxamyl
12	# مثيل البرومايد Methyl bromide

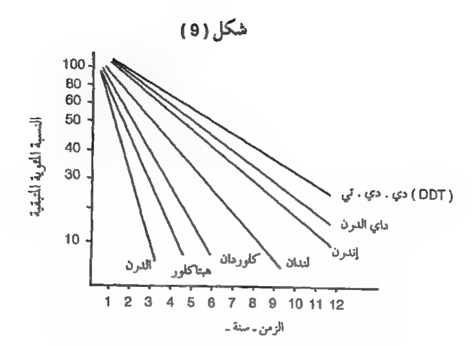
أنواع المبيدات التي دخلت الاردن عام 1979 [9]

كما اجريت دراسات لتحديد اثر المتبقيات من المواد الكيميائية المستخدمة في مجال الزراعة حيث شهدت الفترة ما بين (1989 - 1986) نمواً متزايداً في حجم المبيدات المستوردة ، اذ ارتفع من 983 طنا عام 1986 الى 1309 طناً في عام 1989 وانخفض الى 842 طناً في عام 1990 ، وذلك لقيام الصناعة الوطنية العاملة في الاردن بطرح انتاجها من مبيدات الاعشاب .

وتكمن خطورة هذه المتبقيات في تراكمها حال وصولها الى الانسان او الحيوان بطريقة او بأخرى ، مما يؤدي الى ظهور أعراض خطيرة كالصداع وصعوبة التنفس ، لا سيما وان المزارعين في الاردن يستخدمون مبيدات تبقى فعاليتها في البيئة لعدة سنوات مثل بروميد الميثل الذي تسبب في تسمم 82 فتاة في احدى مدارس الاناث في غور الاردن عام 1985 ، وهذا يدعو الى ضرورة اتباع الطرق الصحيحة للتخلص من بقايا المبيدات من أجل المحافظة على الانسان والبيئة من مخاطر هذه الملوثات [9].

ويبين الشكل رقم (9) فترات بقاء بعض المبيدات من الهيدروكربونات المكلورة .

شكل (9)



فترات بقاء بعض المبيدات من الهيدروكربونات المكلورة [44]

7 - 2 تلوّث الهواء بسبب التدخين

نظراً لخطورة آفة التدخين على صحة الانسان وآثارها المدمرة للبيئة ، يجب الاشارة الى تأثير السيجارة السام على الهواء حيث يحتوي دخان التبغ على أكثر من 3800 مادة كيميائية سامة ، ومنها اول اكسيد الكربون (CO) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) والامونيا (NH_3) والفورمالدهايد (HCHO) والاسيتالدهايد (CH_3CHO) وسيانيد الهيدروجين (HCN) وجميع أنواع المبيدات المستخدمة في الزراعة وحامض الكربونيك وكربون ورق السجائر وبعض الاحماض مثل النيتريك (HNO_3) وحامض الخليك (CH_3COOH) وحامض الفورميك (HCOOH) .

والدخان عبارة عن خليط Mixture من الهواء الساخن وغازات تحمل ذرات صغيرة من القطران في دخان السيجارة ، ويحتوي كثير من هذه الذرات على مواد سرطانية ومنها مادة البنزوبيرين Benzopyrene التي تعتبر من أقوى المواد السرطانية المعروفة ، كما ان الخلايا المنتجة للاهداب والخلايا المنتجة للمخاط تدمر كلياً خلال فترة من الوقت ، وأن غشاء الاهداب المخاطي الواقي وجهاز التنظيف يجعل سعال المدخن أمراً لا بدّ منه للتخلص من البلغم وما يحتويه من ذرات كبيرة تؤثر معها عملية السعال هذه في الممرات الهوائية مما يجعل خلايا الممر التنفسي للانسان المدخن

معرضة للتلف وبالتالي تؤدي الى التهاب مزمن في القصبات الهوائية [38,48,83] .

ومن المركبات الاخرى التي يحتويها التبغ مركب النيكوتين* الذي يعتبر منبهاً للجهاز العصبي المركزي ، كما يتسبب في احداث تغييرات فسيولوجية ونفسية متميزة في الانسان ، ولا يكاد يخفى تأثير هذا العقار على الدورة الدموية التي تؤدي الى مرض القلب ، ويعمل كمنبه على زيادة سرعة نبضات القلب ويرفع ضغط الدم ويؤثر على الغدد الادرينالية ويرغم هذه الغدد الصماء على اطلاق هورومونات الادرينالين لتدور في الدم محدثة انفعالات في الجهاز العصبي ، ويعتقد ان النيكوتين مسؤول عن ارتفاع نسبة الحوامض الدهنية الموجودة في أجسام المدخنين ، وان الجرعة القاتلة Lethal Dose (.L.D) من النيكوتين هي 60 مليغراماً حيث تكون مميتة اذا حقنت في دم الانسان [48,83,116,124] .

وجد ان التدخين يفاقم من تأثير تلوّث الهواء بالرصاص حيث ان الاشخاص البالغين الذين يدخنون اكثر، هم الأعلى بنسبة 10 % من الاشخاص غير المدخنين ، إضافة الى ان التدخين قد يتسبب في موت ثلاثة ملايين شخص سنوياً في عام 2020 م كما نشر ذلك المؤتمر الدولي للتدخين الذي عقد في باريس عام 1995 [97] .ويتسبب التدخين كذلك في ارتفاع مطرد في عدد المصابين بامراض القلب والسرطان والتشوهات الخلقية في الأجنة ، كما يؤدي الى التهاب الشعب الرئوية المزمنة ، ويؤثرعلى المرأة الحامل مما يؤدي الى وفاة الجنين او الاجهاض التلقائي عند المرأة الحامل وقد ينتج عن التدخين ولادة طفل دون الوزن الطبيعي بمعدل 170 غراماً ،كما يؤثرعلى نمو الطفل الجسمي والعقلي ، ويؤدي كذلك الى الاصابة في قرحة المعدة والاثني عشر، لهذا فان نسبة الوفيات بالقرحة عند المدخنين أكبر منها عند غير المدخنين ، ويصل عدد الناس الذين يموتون في أمريكاسنوياً بسبب التدخين الى 300000 شخص منهم 40000 شخص ماتوا بسرطان الرئة عام 1974، وللمقارنة فان عدد الذين يموتون في حوادث السير55000 شخص سنوياً [48,83] .

ويحرق المدخنون في مصر بنيران سجائرهم6.4 مليون دولار يومياً ، فيترسب اكثر من 3800 مادة سامّة في اجسامهم ، وأن الامهات المدخنات اللواتي يدخن اكثر

---

* التركيب الكيميائي للنيكوتين $C_{10}H_{14}N_2$

من عشر سجائر يومياً ، لوحظ في عينات دم اطفالهن الذين تراوحت اعمارهم بين (5 - 2) سنوات نسبة عالية من النيكوتين والمواد الهيدروكربونية المسرطنة التي يحتويها دخان السجائر [38,48,83,116,124,190] .

ويبين الجدول رقم (26 - 2) نسب أهم المواد الداخلة في تكوين اوراق التبغ والمواد الناتجة عن حرق السجائر خلال التدخين .

جدول (26 - 2)

المادة	النسبة المئوية	تأثيرها السام
1. النيكوتين	% (40 - 1)	تسبب انطلاق هرمون الكظرين من الغدة الكظرية مما يؤدي الى زيادة عدد ضربات القلب وبالتالي ارتفاع ضغط الدم .
2. الكربوهيدرات	% (20 - 2)	
3. البروتينات	% (13 - 1)	
4. الأحماض العضوية	% (17 - 5)	
5. الزيوت الطيارة	% (1.5 - 0.1)	
# القطران ، الفينول ، الفورمالدهايد ، الكريزول ، مواد أروماتية ، اسيتالدهايد، بنزوبيرين .		كلها مواد سامّة تسبّب تهيج الاغشية ولها تأثير سرطاني على هذه الاغشية وعلى اجهزة الجسم المختلفة .
# مادة البيروليدين ، مادة ميثل بيروتين		مواد شديدة السمية اذ يكفي عدة نقاط للتسبب في الوفاة .
# اول اكسيد الكربون وينتج عن حرق التبغ		يتحد غاز CO مع الهيموجلوبين بمقدار 210 ضعفاً اكثر من الاكسجين ، واذا وصلت نسبة اتحاد CO - Hb الى 70 % فانها تؤدي الى موت الانسان .
# الكحول المثيلي		وتنتج عن احتراق التبغ وقد يتسبب بحدوث عمى مؤقت لبعض الاشخاص وعمى دائم في حالة مرضى السكري من المدخنين .

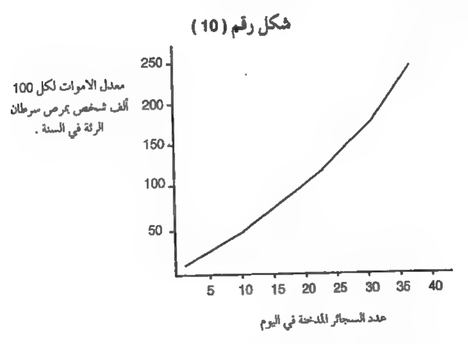
أهم مكونات التبغ والمواد الناتجة عن التدخين (مصادر مختلفة)

وينتج عن التدخين ايضاً الكحول الميثيلي (CH_3OH) وهو أحد نواتج حرق التبغ الذي قد يتسبب في حدوث عمى مؤقت لبعض الاشخاص وعمى دائم في حالة مرضى السكري من المدخنين ، وتكمن خطورة الكحول الميثيلي في تأثيره التراكمي.

كما ان للتدخين السلبي الناتج عن مخالطة غير المدخنين للاشخاص المدخنين مخاطر كبيرة ، حيث اجريت دراسة في امريكا عام 1990 اتضح فيها ان التدخين يتسبب سنوياً في موت ما يزيد على ستة أمثال الاعداد الكلية التي ماتت في الحرب الفيتنامية ، وقد وجد ان ما بين (4000 - 3000) شخص يموتون سنوياً بسرطان الرئة ، ويصل عدد الوفيات في أمراض القلب من (40000 - 30000) بسبب التدخين السلبي ، وعموماً فان مخالطة المدخنين يتسبب في زيادة الوفاة بكل من سرطان الرئة وأمراض القلب بنسبة 30 % عن معدلاتها [48,83].

ويبين الشكل (10) مخططاً بيانياً لنسبة الموت الناتج عن سرطان الرئة وعلاقته بالتدخين .

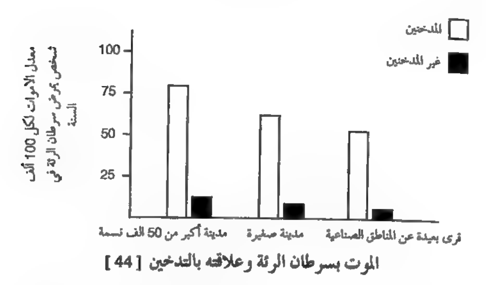
شكل رقم (10)



الموت بسرطان الرئة وعلاقتة بعدد السجائر المدخنة يوميا [44]

كما يقارن الشكل (11) بين المدخنين وغير المدخنين من حيث نسبة الوفاة لكل منهم بسرطان الرئة وعلاقته بالتدخين .

شكل (11)



الموت بسرطان الرئة وعلاقته بالتدخين [44]

وفي اطار التدخين السلبي فقد أشار الميثاق العالمي الذي صدر لضمان حقوق غير المدخنين والذي جاء فيه : أن الحق لغير المدخنين في استنشاق هواء نقي ، وفي الاعراب بحزم وأدب عن انزعاجهم وانفعالاتهم المضادة للتدخين ولهم الحق لمنع او تثبيط عزائم المدخنين من تلويث الهواء والسعي لفرض قيود على التدخين في المحلات العامة وحافلات النقل [11,48] .

إن الآثار السيئة للتدخين على الصحة يعتبر الآن أشد من أخطار الطاعون والكوليرا والسل والجذام والكوليرا والجدري مجتمعة ، كما يرى الدكتور محمد علي البار عضو جمعية الاطباء الملكية البريطانية ، وان هذه الاضرار تبدو سريعة ومخيفة اذا ادركنا ان ملايين البشر يلاقون حتفهم في كل عام نتيجة ادمان التدخين ، وان عشرات المدخنين يعانون من امراض وبيلة تجعل حياتهم سلسلة متصلة من العناء والتعب .

ويبين الجدول رقم (27 - 2) تأثير التدخين السيء على أجزاء الجسم المختلفة .

جدول (27 - 2)

اجزاء الجسم التي تتأثر بالتدخين	تأثيـر التدخيـن
1. الفـم	# يؤدي الى سرطان الفم حيث أن نسبة 70 % من الحالات تعود الى التدخين . # سرطان الشفة حيث ان نسبة 70 % من الحالات سببها التدخين .
2 . الجهاز التنفسي	# سرطان الحنجرة حيث أن نسبة 84 % من الحالات سببها التدخين. # سرطان الرئة حيث أن نسبة 90 % من الحالات سببها التدخين . # الالتهاب الشعبي المزمن حيث ان نسبة 90 % من الحالات سببها التدخين . # الانتفاخ الرئوي حيث ان نسبة 85 % من الحالات سببها التدخين .
3 . القلب والجهاز الدوري	# جلطات القلب : التدخين مسؤول عن 70 % من الحالات . # جلطات الاوعية الدموية . # ضيق الشرايين .
4 . الجهاز الهضمي	# سرطان البلعوم . # سرطان المريء . # سرطان البنكرياس . # قرحة المعدة والاثني عشر .
5 . الجهاز البولي	# اورام المثانة . # سرطان المثانة البولية حيث ان التدخين السبب الرئيس لاكثر من 60 % من الحالات . # سرطان الكلى .
6 . الجهاز التناسلي	# ضعف القدرة الجنسية . # سرطان عنق الرحم عند النساء : التدخين مسؤول عن 45 % من الحالات . # سرطان البروستات عند الرجال : التدخين مسؤول عن 40 % من الحالات .

تأثير التدخين على أجزاء الجسم المختلفة [مصادر متعددة]

وبالنسبة لواقع التدخين في الاردن ، فتشير الاحصائيات والارقام الى تزايد خطورة هذه المشكلة التي لها تأثير خطير على البيئة ، وبالتالي على صحة الانسان ، حيث وصلت نسبة المدخنين بين طلبة المدارس الى 30 % كما أوضحت إحدى الدراسات التي أجرتها وزارة الصحة على مدارس العاصمة في الصفوف الثانوية ، وان نسبة المدخنين فوق سن الخامسة والعشرين هي 48 % ذكوراً وإناثاً كما بينت ذلك دراسة اخرى أجرتها وزارة الصحة في شهر كانون الثاني عام 1996 .

وتعتبر هذه النسب مؤشراً خطيراً يدل على ارتفاع نسبة التدخين بين طلبة المدارس الذين يشكلون شريحة واسعة من المجتمع ، وهذا بدوره ينعكس سلبياً على صحتهم لما يتركه التدخين من أضرار كبيرة حيث يسبب الكثير من الامراض ، وقد ثبت ان نسبة 90 % من سرطان الرئة والقصبة الهوائية واللثة واللسان كان التدخين هو المسؤول عن حدوثها [125] .

كما تشير احدى الدراسات التي اجريت على المصابين بامراض القلب ان نسبة المصابين بأمراض القلب « الجلطات » تصل الى70 % عند الاشخاص المدخنين، وهذا يعني ان التدخين يعتبر سبباً مباشراً في حدوث هذه الجلطات ، ووجد أن أكثر من 45 % من الاناث المريضات بسرطان عنق الرحم وحوالي 40 % من المصابين بسرطان البروستات من الرجال هم من المدخنين .

وعلى ضوء ما سبق ، يستدعي الأمر ضرورة وضع استراتيجية وطنية شاملة على مختلف المستويات تتبنى محاربة هذه الآفة عن طريق حملات التثقيف الصحي والتوعية لطلبة المدارس والجامعات وغيرهم ، بالاضافة الى سن التشريعات او العمل على تفعيلها لمنع انتشار خطر استفحال هذا الداء الخطير على الانسان والبيئة .

8 - 2 تلوّث الهواء بسبب الحروب

إن الحروب المدمرة تؤدي الى استنزاف الموارد الطبيعية حيث تسبّب دماراً كبيراً للنظام البيئي ، فالحروب الكيميائية والبيولوجية والنووية تسهم في تخريب البيئة بشكل مدمّر وتؤثر في مقومات الحياة من انسان ونبات وحيوان .

ويتمثل خطر المواد الكيميائية في المواد الحارقة والخانقة التي تؤثر على الرئتين والمجاري التنفسية حتى الاختناق والموت ، كما يتمثل خطر المواد البيولوجية في الميكروبات والجراثيم وسمومها التي تصل الى الانسان وتؤدي الى إصابته بأمراض

خطيرة ، وتؤدي الحروب النووية الى تشويه وتدمير وشل مرافق الحياة كاملة من خلال الاشعاعات الخطيرة التي تنبعث عنها .

فالأسلحة الكيميائية التي تستعمل في الحروب دون مراعاة لقيم وأخلاقيات تفتك بالكائنات الحية من خلال تأثيراتها الحارقة والسامّة والمميتة ، والأسلحة البيولوجية تفتك هي الاخرى بالكائنات عن طريق انتشار الامراض الخطيرة التي تهدّد حياة الانسان بالخطر أحياناً وبالموت أحياناً أخرى ، ناهيك عن تلك الآثار السيئة التي تتركها هذه الحروب بأسلحتها الفتاكة من متفجرات وغيرها من تلويث البيئة بمقوماتها المختلفة .

ومن الحوادث التي سببتها الحرب الكيميائية ، أذكر تلك الحادثة التي تسببت في موت 6400 رأس من الغنم في إحدى الولايات الامريكية نتيجة استعمال الجيش الامريكي للغازات الكيميائية السامة ومنها غاز الأعصاب (VX) والذي يحمل التركيب الكيميائي :

$$CH_3PO\begin{matrix} \diagup OCH_2CH_3 \\ \diagdown SCH_2CH_2N(CH_3)_2 \end{matrix}$$

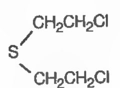
[غاز (VX)]

حيث تم نشر هذا الغاز بواسطة طائرة من مكان يبعد أكثر من عشرين ميلاً من مراعي قطعان الغنم ، وبسبب تغيير اتجاه الريح ادى ذلك الى موت هذه الخراف بشكل مؤلم وعذاب كبير حيث لم تمت موتاً طبيعياً ، وتعرضت هذه الخراف الى أعراض قاسية منها ضيق التنفس وإفرازات غزيرة من الفم والأنف وتقيؤ وتشنجات عصبية وفقدان التوازن وتوقف في التنفس ثم الموت .

كما ان استعمال غاز الفوسجين او كلوريد الكربونيل Carbonyl Chloride - والذي يحمل الصيغة الكيميائية ($COCl_2$) - يؤثر بشكل فعّال على أنسجة الجهاز التنفسي مما يؤدي الى التهاب الرئتين ويوقف الدورة الدموية الرئوية ، وذلك بسدّه للأوعية بسبب تخثر الدم وحدوث الجلطات ، ويتفاعل الفوسجين مع الماء مكوّناً ثاني اكسيد الكربون وحامض الهيدروكلوريك كما يبين التفاعل رقم (47) .

$$(47) \ldots\ldots \quad \underset{\text{(كلوريد الكربونيل)}}{COCl_2} + H_2O \longrightarrow CO_2 + 2HCl$$

ومن الغازات الكيميائية السامّة غاز الخردل (Mustard Gas) والذي يحمل الصيغة الكيميائية :



وله تسمية اخرى هي ثنائي ايثيل الكبريت Dichloro Diethyl Sulphide وتشبه رائحته الخردل ، وهو سائل يتخثر ببطء ويبقى أسابيع في التربة قبل ان يتبخر كلياً ويسبب حروقاً عميقة في الجسم من الصعب شفاؤها ، بالاضافة الى التهاب الرئتين والعيون والغثيان والتقيؤ ، وأثبتت الدراسات ان غاز الخردل يسبّب نمواً سرطانياً في بعض الحيوانات المختبرية كالجرذان وأفراخ الدجاج .

ومن العوامل الخانقة بخار حامض البروسيك Purssic Acid * الذي يستعمل على شكل بخار وله رائحة اللوز المر، كما له تأثير سريع ومميت ،حيث يسبّب الدوار والتشنج والاغماء والاختناق ومن ثم الموت ، وقد استخدم في الحرب العالمية الاولى التي وصل حصيلتها من الاسلحة الكيميائية الى 800000 إصابة حسب ما ورد في الموسوعة البريطانية ، ووصلت الى 1300000 إصابة توفي منها 91000 شخص في عام 1959 .

ولقد أفادت وزارة الدفاع السويدية في كتيب أصدرته ان غاز (ف -F) الذي تنتجه السويد في مراكز أبحاثها له سميّة تفوق 40 ضعفاً مقارنة مع غاز الاعصاب (تابون - Tabun) ، والمعلوم ان كثافة غاز (سارين - Sarin) المؤثرة هي (100 - 50) ملغم / لتر في حين تتراوح كثافة غاز (تابون - Tabun) ما بين (200 - 100) ملغم / لتر .

ومن الأسلحة الكيميائية التي تستخدم وتسهم في تلوّث البيئة وتدمّر مقوماتها القنابل الحارقة « النابالم » التي يتشكل تركيبها الأولي من مادة بترولية مع ملحين من أملاح الالمنيوم .

Gasoline + [Aluminium Naphtenate (نفتينات الالمنيوم) ; Aluminium Palmitate (نخلات الالمنيوم)]

* بخار حامض البروسيك هو نفسه بخار سيانيد الهيدروجين (HCN)

ونتيجة خلط هذه المواد يتشكل تركيب شديد الاحتراق يوضع في القنابل ، وعند انفجار القنبلة تتطاير أجزاء هذا التركيب الحارق لتلتصق بجسم الانسان المصاب وتسبّب حروقاً عميقة وتشويهاً فظيعاً في شكل ووظيفة أعضاء الجسم ، مع تخثر في الالياف العضلية والمواد الدهنية ، ويموت الشخص المصاب بالحروق من صعوبة التنفس والصدمة وضياع السوائل من جسمه ، وتنتج أمريكا من قنابل النابالم ما يقدّر وزنه بـ (22.7) كيلو غرام كل شهر .

وأورد هنا جدولين يبين الأول أنواع الاسلحة الكيميائية وخواصها .

جدول (28 - 2)

نوع السلاح	حالته الفيزيائية بدرجة حرارة $20^{o}C$	احتمال بقائه بعد نشره	طريقة نشره	الطريق الفعال لدخوله الجسم	تأثيره على
غازات الاعصاب	سائلة	منخفض الى مرتفع	بخار ورذاذ وسائل	الرئة والعين والجلد	الانسان والحيوان
العوامل الحارقة	سائلة وصلبة	مرتفع	بخار ورذاذ وسائل	الرئة والعين والجلد	الانسان والحيوان
العوامل الخانقة	سائلة	منخفض	بخار	الرئة والعين والجلد	الانسان والحيوان
العوامل المؤثرة في الدم	سائلة وبخارية	منخفض	بخار	الرئة	الانسان والحيوان
السموم	صلبة	منخفض	رذاذ وسائل	الرئة والامعاء	الانسان والحيوان
الغازات المعوقة	سائلة وصلبة	منخفض	بخار ورذاذ	الرئة والعين	الانسان والحيوان
العوامل المعطلة	سائلة وصلبة	منخفض	بخار ورذاذ	الرئة والجلد	الانسان والحيوان
مبيدات الزرع	سائلة وصلبة	منخفض الى مرتفع	بخار ورذاذ	الاوراق الجذور	على النباتات *

* بعض مبيدات الزرع بخاصة التي تحتوي على (الزرنيخ) العضوي تؤثر ايضاً على الانسان والحيوان .

انواع الاسلحة الكيميائية وتأثيراتها على الانسان والبيئة [23]

ويبين الجدول الثاني العدد التقريبي للاصابات والوفيات الاولية التي قد تنتج عن هجوم جوي واحد محدود بالاسلحة البيولوجية على أهداف مدينة لم تتخذ أية تدابير وقائية .

جدول (29 - 2)

العامل البيولوجي	المدى التقريبي لاحتمال انتقال العامل بواسطة الريح	الوقت التقريبي	الأهـداف : مدن في بلاد نامية						ملاحظـات
			مدينة بها 5 ملايين		مدينة بها مليون		مدينة بها نصف مليون		
			إصابات	وفيات	إصابات	وفيات	إصابات	وفيات	
فيروس ـ الحمات الراشحة ـ المسببه للحمى الصفراء التي تنتقل بواسطة الحشرات	كيلو متر واحد	7 - 5 دقائق	35000	9500	20000	6000	10000	3000	
الحمات الراشحة المسببة للانفلونزا	كيلو متر واحد	7 - 5 دقائق	35000	100	20000	100	10000	50	
التيفوس الوبائي	5 كيلو متر	30 دقيقة	8500	19000	65000	15000	60000	14000	استعمال مضادات الحيوية ينقص عدد الوفيات 10%.
الحمى القلاعية	10 كيلو متر	60 دقيقة	100000	500	80000	400	75000	350	
الطاعون	10 كيلو متر	60 دقيقة	100000	55000	80000	44000	75000	40000	استعمال مضادات الحيوية ينقص عدد الوفيات 10 %.
الجمرة الخبيثة	اكثر من عشرين كيلو متر	اكثر من ساعتين	125000	95000	125000	95000	125000	95000	استعمال مضادات الحيوية ينقص عدد الوفيات 5 %.

عدد الاصابات بالاسلحة البيولوجية على اهداف مدينة ليس بها تدابير وقائية [23]

ومنها الفسفور الأبيض White Phosphorus الذي يستعمل في قنابل المدفعية والقنابل اليدوية ، واستخدم في الحرب العالمية الاولى كقنابل دخانية حارقة ، أمّا طريقة تحضيره فهي بتسخين كميات كبيرة من الصخور الفسفورية في أفران كهربائية ، وللفسفور بخار سام يصل الى العظام فيسوّسها .

كما ان مركبات المبيدات الحشرية « مركبات الفسفور العضوي » الشديد السمية مثل البراثايون Parathion قد تستخدم في الحروب الكيميائية ، فقد قتل مركب البراثايون خطأ عشرات الناس في المكسيك وكولومبيا ، وفي خلال خمس سنوات حصل في اليابان ستة آلاف حادثة تسمم بهذه المادة ، وأن الخطر الناجم عن المبيدات لا يخرب المزروعات فقط ، بل يخرب التربة لان الأرض تبقى دون حشائش ومزروعات وخضرة ولن يكون بها أحياء لا حشرات ولا طيور ولا حيوانات ، لذلك تسمّى المبيدات بقاتلة الحياة (Biocide).

وهناك كيماويات تحرق المزروعات وتسقط اوراق الشجر، فمثلاً بلغ مجموع ما خرّب في فيتنام من محاصيل حوالي 150000 فدان من الارض المزروعة ، ودمّر ما مساحته 500000 فدان من الغابات بسبب هورمونات النمو ومنها (4 , 2 - ثنائي كلوروفينوكسي حامض الخليك 2 , 4 - Dichlorophenoxy Acetic Acid) والذي يرش بمعدل 227.8 غرام / فدان * ، والنباتات التي تصيبها الهورمونات تنمو بسرعة غير طبيعية ممّا يؤدي الى تخريبها في أيام قليلة ، ومن الاسلحة الكيميائية الخطرة مادة (إل . إس . دي - L.S.D) وتسمّى ايضاً (ثنائي ايثيل أميد حامض الليزرجيك** - Diethyl Amide D - Lysergic Acid) فاستنشاق 0.1 مليغرام من هذه المادة يكفي لقتل الانسان ، وأن كيلو غراماً واحداً في خزان مياه يكفي لتعطيل سكان مدينة بأسرها بالتأثير جسمياً وعقلياً ، وتظهر اعراض فقدان الاتزان العقلي والانهيار النفسي والجنون ، وهناك مركب كيميائي اسمه حامض الكاكوديليك*** Cacodylic Acide وهو حامض عضوي يحتوي على الزرنيخ

---

*(1 فدان = 4047 متر مربع)

** التركيب الكيميائي لحامض الليزرجيك :

*** التركيب الكيميائي لحامض الكاكوديليك: $(CH_3)_2As(O)ONa .X H_2O$

ويحرق كل أخضر ، بالاضافة الى أن 70 غراماً منه يكفي لموت الانسان .

وأذكر هنا الحادثة التي أطلق فيها الألمان غيوماً من غاز الكلوريد الذي يميل لونه الى الخضرة ، وله رائحة لاذعة تسبّب إثارة شديدة للرئتين ، وقد أُطلق هذا الغاز فوق الخطوط الفرنسية في مدينة بلجيكية ، واخذ الفرنسيون بالمفاجأة ولم يكونوا مستعدين لها فمات 5000 جندي وتضرّر 10000حيث أحدث هذا الغاز رعباً جماعياً ، وكان يمثل هذا الحادث بداية استعمال الاسلحة الكيميائية في هذا القرن ، فكيف الآن وبعض المصادر تؤكد ان امريكا تملك كمية مخزونة من غازات الاعصاب القاتلة لابادة أكثر من سكان العالم بـ (30) مرة ، وتملك روسيا قدرة تفوق قدرة العالم الغربي بـ (7) مرات في مجال الاسلحة الكيميائية ، والسؤال الذي يطرح نفسه هنا : أليست هذه الحروب تعدّ من أخطر انواع التلوث التي تفتك في البيئة تخريباً وتدميراً وتحرق كل ما في طريقها دون رحمة او أخلاقيات ؟!

وبالنسبة **للأسلحة البيولوجية** فان لها تأثيراً قاتلاً وخطيراً حيث تسهم في تلويث الهواء وتهدد الانسان من خلال نشر مسبّبات الامراض لتفتك بالانسان ، كما ان لها أخطاراً كبيرة اذا حدثت أخطاء من خلال التجارب التي يقوم بها المختصون والعلماء، حيث اعترف مركز الابحاث للاسلحة البيولوجية والكيميائية في (فورت ديتريك) بولاية ميرلاند الامريكية بحدوث 420 إصابة قاتلة بين الباحثين الذين عملوا هناك بين عامي (1968 - 1943) .

ولقد اجريت دراسات على الجراثيم لاستغلالها كسلاح في الحروب ومنها جراثيم المكوّرات ستافيلوكوكس Staphylcoccus التي تفرز سموماً في الامعاء حيث ان بالامكان استخلاص سموم هذه المكورات الجرثومية على شكل رذاذ او وضعها في مياه الشرب حيث تؤدي الى التقيؤ وآلام واسهال ، ومن الحوادث التي حصلت في الاربعينيات من القرن التاسع عشر ان أصيبت زراعة البطاطا بكارثة هائلة في ايرلندا بسبب فطريات أبادت المحاصيل ، فأدى ذلك الى مجاعة قتلت نصف مليون شخص ، وأجبر مليون ونصف آخرون على الهجرة .

ومن الاسلحة البيولوجية التي تستعمل في الحروب الجراثيم التي تسبّب مرض الطاعون ومرض الجمرة الخبيثة والتهاب الدماغ الفيروسي Viral Encephalitis ، كما أن هناك سلاحاً ساماً (كيميائي - بيولوجي) يستخرج من جرثومة اسمها Chlostridium Botulinus التي تسبب عادة التسمم الغذائي المميت في حالة تناول

لحوم المعلبات الفاسدة ، ويكفي ما مقدارة225 غرام لقتل سكان العالم جميعاً [23].

ووقع الكثير من العلماء والباحثين ضحية لاجراء التجارب على الاسلحة الجرثومية بطريق الخطأ ، ومن هؤلاء الباحثين البروفيسور هانش مرتش Hansh Meritsch الباحث في جامعة فينا الذي كان يعمل في بحث فيروس الالتهابات الدماغية حيث أصيب بهذا الفيروس الشديد الفاعلية مما أدى الى وفاته عام 1965 ، كما توفي العالم جورج بيكون في عام 1962 بمرض غامض يشبه النزلة الصدرية « الطاعون الرئوي » حيث كان يعمل في مركز الابحاث البيولوجية في بورتن داون Porton Down في بريطانيا .

وعلى الرغم من أن بروتوكول جنيف عام 1925 الذي دعا الى عدم استخدام الاسلحة الكيميائية والجرثومية ضد المدنيين ، الا أن الاستهتار في قيمة الانسان وغياب الجانب الاخلاقي في مسألة هذا النوع من الاسلحة الذي يقود الى ابشع اشكال التلوث والتدمير للانسان والحيوان والنبات حيث يعتبر ذلك حرباً على الحياة دون وازع أو ضمير .

ومن المهم ان نذكر الملوثات الخطيرة التي سببتها حرب الخليج في عام 1991 حيث لوّثت الهواء وأثّرت على الانسان والتربة ومياه الخليج ، وذلك بسبب احتراق ما يقارب 65 مليون برميل من النفط ، وأدى ذلك الى انتشار غبار العناصر الثقيلة في الجو بفعل التلوث العام الناتج عن احتراق مواد الصناعة وعوادم السيارات مثل الحديد والرصاص والنيكل ووجود مركبات ثاني اكسيد الكربون وثاني اكسيد النيتروجين والاوزون نتيجة احتراق النفط وتأين الاشعاعات التي تعرضت لها مكونات البيئة حيث انبعثت إشعاعات ألفا وبيتا وجاما بتراكيز غير معروفة ، وتسرّب المبيدات والاسمدة للبيئة نتيجة قصف مخازنها او تسرب هذه المواد للاسواق والتصرف بها بشكل غير عقلاني ادى بشكل مباشر الى تلوث البيئة .

وقد قام فريق من العلماء [129] بدراسة اثر الحرب في الخليج على البيئة بدءاً من منطقة الخليج فمنطقة الشرق الاوسط في دائرة تتوسع حتى تشمل الكرة الارضية برمتها ، وكانت هذه الدراسة قد اجريت قبيل نشوب الحرب باسبوعين ، حيث بينت توقعات العلماء على ضوء الاستعدادات التي أعدتها قوى التحالف من جهة وعدد الالغام التي تم زرعها لآبار النفط من قبل العراق من جهة اخرى ، وقد تم في هذه الحرب تلغيم ما بين (1000 - 750) بئر نفطية ، وان تفجر البئر الواحد منها سيرفع

الحريق لارتفاع مئة متر ، وسينجم عن هذه الحرائق ارتفاع في درجة الحرارة عالمياً بدءاً بالجو فوق حقول النفط ، وسيؤدي ذلك الى تسخين الهواء وتمدده ، وبذا تقل كثافته ويصبح خفيفاً فيرتفع في الجو ويقل في المنطقة ممّا يولد منخفضاً جوياً ضخماً وهذا يجعل الهواء يندفع من المناطق المحيطة الى مكان الحريق بقوة تتناسب مع شدة المنخفض الجوي المتكوّن مما يسبّب حالة من عدم الاستقرار الجوي الشديد ، فتكثر الصواعق والبرق وتحمل الرياح المندفعة الى منطقة الحريق الغبار معها ، وتهطل امطار غزيرة .

كما سينتج عن هذه الحرائق عدة مركبات منها السناج والهباب الاسود ، وهي دقائق صغيرة جداً من الكربون الناجم عن عدم احتراق كل الكربون في البترول نتيجة نقص الاكسجين يومياً ، اضافة الى اطنان من الغبار ، وفي كل يوم وليلة تندفع كميات من هذا السناج وما معه من غبار بفعل الرياح الى مناطق متعددة حسب اتجاه الريح ، ومن المحتم ان تغطي سحب الدخان المدعم بالسناج الاسود والغبار سماء مناطق عديدة ، فتحجب أشعة الشمس عن تلك المناطق ممّا يتسبب في هبوط درجة الحرارة على ارض تلك المناطق من(20 - 4) درجة مئوية ، ويستشهدون على ذلك بأن الحرائق الطبيعية في غابات ولاية البرتا الكندية عام 1982 ، والحرائق الطبيعية في جنوب ولاية اوريغون وشمال كاليفورنيا عام 1987 قد انخفضت درجة الحرارة حول سطح الارض حول تلك المناطق بدرجات مماثلة ، ويعتقد ان سحب الدخان السناجي الناتجة عن حرق آبار النفط ستكون أسمك من الحرائق الطبيعية .

وسينتج كذلك عن الحرائق غازات ثاني اكسيد الكربون (CO_2) وثاني اكسيد الكبريت(SO_2) وأكاسيد النيتروجين ومنها اول اكسيد النيتروجين (NO) وثاني اكسيد النيتروجين (NO_2) الموجودة في البترول والتي سيزيدها تأكسد النيتروجين في الهواء بمساعدة البرق والصواعق الكهربائية ، وهذه الغازات سامة بدرجات متفاوتة ، ولعل اكثرها سمية غاز اول اكسيد المكربون (CO) وكبريتيد الهيدروجين (H_2S) التي تنتج عنها الامطار الحامضية عند تفاعلها او ذوبانها مع ماء المطر حيث تهلك الامطار الحامضية الزرع والغابات وتزيد من تدهور خصوبة التربة حيث يقل الرقم الهيدروجيني (PH) .

ويقدّر ما سينتج عن هذه الحرائق من غاز (SO_2) بحوالي 10000 طن يومياً ومن أكاسيد النيتروجين (NO x) ما يقارب ألفي طن يومياً ، وستكون كميات غاز

(CO) مساوية لكميات السناج الاسود اي ما يعادل 5000 طن يومياً .

واذا وصل الحريق الى مستودعات البترول المكرّر (البنزين) فان مركباً آخر ينطلق هو اكسيد الرصاص PbO ومعه كميات أقل من الزئبق وكلاهما شديد السمية على الانسان والحيوان والنبات ، كما ستؤدي الحرائق الى اضمحلال كميات كبيرة من طبقة الاوزون التي تحمي سطح الارض من اشعاعات الشمس الخطرة كالاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet Ray وأشعة جاما Gamma Ray ، ونتيجة لذلك تحدث فجوات كبيرة في تلك الطبقة فوق خط الاستواء ، وهنا تكمن الخطورة على الانسان والحيوان والنبات بفعل تلك الاشعاعات التي تترك امراضاً خطيرة مثل سرطان الجلد عند الانسان ، وقد أشرت في الفصل الاول من هذا الكتاب الى تأثير الاوزون على النبات حيث يؤدي الى ضمور في الاجزاء النباتية ويقلّل من نسبة الانتاج .

وقد مرّ على هذه الحرب ما يقارب ست سنوات ، فان هذه التوقعات التي قامت بها هذه الدراسة جاءت قريبة من الواقع والتنبؤ العلمي ، حيث لوحظ ارتفاع درجات الحرارة في المناطق المحيطة بمنطقة الحرب في كل من الاردن وسوريا وايران وغيرها من الدول المجاورة خلال السنوات التي تلت الحرب ووصلت الى معدلات عالية جداً، بالاضافة الى تأثر البيئة العراقية على وجه الخصوص نتيجة افرازات هذه الحرب ونتائجها المدمرة للانسان والبيئة ، وبسبب التلوث الناجم عن آلاف الاطنان من المتفجرات والقذائف التي أُلقيت على مدار 42 يوماً من قبل قوات التحالف على العراق فان معدلات اصابة الاطفال العراقيين بسرطان الدم قد ارتفعت الى 60 % خلال السنوات (1995 - 1993) قياساً مع السنوات السابقة ، كما بينت ذلك الباحثة أنسام علاء الدين [87] ، حيث ارتبط تفاقم هذا المرض الخبيث بسبب التلوث وضعف الاجراءات السائدة ممثلة بنقص الدم والاقراص الدموية ، ولقد اشتملت دراسة الباحثة على عينات من دم الاطفال تتكون من 96 طفلاً أصيبوا بهذا المرض ما بين عامي (1995 - 1993) ، وان النسبة التي اكدتها الدراسة في ارتفاع نسبة هذا المرض خلال هذه الفترة تعتبر مرتفعة جداً مقارنة مع السنوات التي سبقت الحرب [87] .

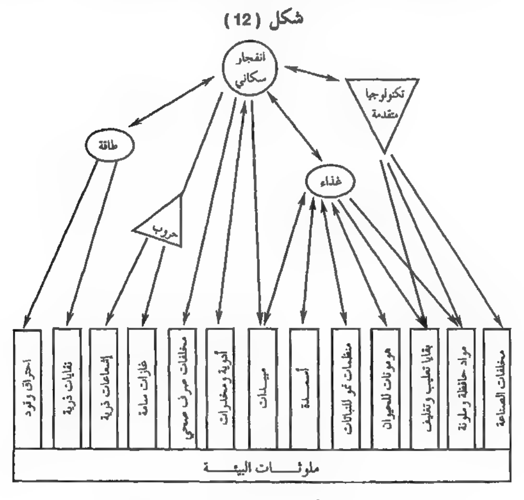
كما صدقت تنبؤات دراسة العلماء التي أجريت قبل الحرب بأسابيع حيث تساقطت الامطار الحامضية على الغطاء النباتي وغيّرت في درجة حموضة وقاعدية الاوساط ، وان احتراق آبار النفط أدى الى الحاق الضرر بمساحة خضراء تقدر

بـ 23 % في البيئة العراقية ، وان مساحة الغطاء النباتي والمراعي الطبيعية التي تم تدميرها بفعل النشاط الحربي وصلت الى 1935000 دونماً [11] .

انها الحرب على الحياة والبيئة التي لا تبقي ولا تذر .... انها من ابشع صور التلوث* على الاطلاق بسبب افرازاتها من تدمير وتخريب وقتل ما يترتب عليها من مآسٍ وآلام يكون ضحيتها الانسان والبيئة على حد سواء .

وأورد هنا شكلاً يلخص الملوثات التي سبق ذكرها والتي أحدثت الخلل في التوازن البيئي مما انعكس بدرجة خطيرة على جميع مقومات الحياة .

شكل (12)

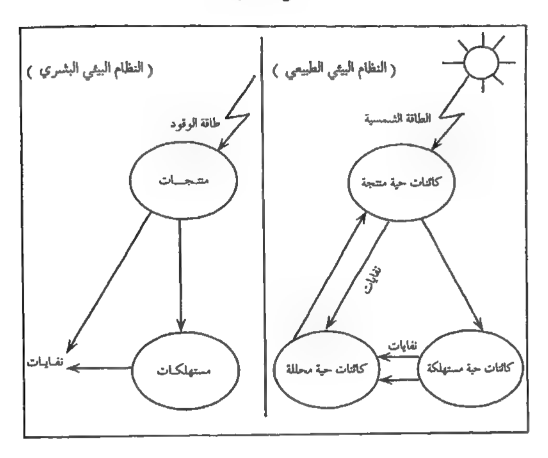


ملوثات البيئة التي أحدثت الخلل في التوازن البيئي [8]

* تلوث الهواء بالاشعاع (انظر في الفصل السادس - تلوث البيئة بالاشعاع) .

كما يبين الشكل رقم (13) مقارنة بين النظام الطبيعي المتوازن والنظام البشري الذي عمل على الاخلال في التوازن الطبيعي .

شكل (13)



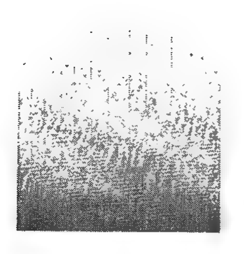
مقارنة بين النظامين الطبيعي والبشري [85]



الفصل الثالث

تلـــــوث الميـــــاه

Water Pollution



تلوث المياه

3 - 1 الماء النقي

قال تعالى ﴿ وجعلنا من الماء كل شيء حي ﴾ سورة الأنبياء (آية ٣٠)
الماء النقي Pure Water هو الذي يشتمل على المكونات الأساسية للماء دون أية شوائب أوملوثات Pollutants تغيّر من خصائصه الكيميائية أو الفيزيائية او حيوية ، ويتصف بأن يكون خالياً من اللون أو الطعم أو الرائحة [31,39,155,150] .

والتركيب الكيميائي للماء هو (H_2O) بنسبة ذرة واحدة من الأكسجين الى ذرتين من الهيدروجين ليتكون هذا المركب الكيميائي الحيوي والمهم لجميع الكائنات الحيّة من انسان وحيوان ونبات الذي يمدّ الحياة بالأكسجين اللازم للتنفس ويساعد على تحرير الطاقة الشمسية التي كان قد إدخرها النبات الأخضر وحوّلها الى روابط كيميائية تربط بين عناصر الكربون والهيدروجين (C - H)، الكربون والأكسجين (C - O) ، والكربون والنيتروجين (C - N) بعد أن يقوم النبات الأخضر بالإستفادة من طاقة الشمس وذلك بتحليل الماء الى الهيدروجين والأكسجين [150,158,159] .

وللماء دورٌ في حمل الغذاء للجنين وهو في بطن أمه حيث تقوم بالغدد بفرز مستحلبات مائية تحت تأثير الهورمونات وتشتمل على 7 % من سكر اللاكتوز « اللبن » و 3 % من الدهن وعلى الكالسيوم اللازم لبناء عظام الطفل وأسنانه . كما أن الماء يعتبر أساساً للخواص الحيوية للكائنات كافة باعتباره من أفضل المذيبات القطبية ، وهو الذي يلعب الدور الرئيس في العمليات الكيميائية والحيوية في الجسم ويعمل على تخليص المواد العضوية من الفضلات ، وعلى تنظيم درجة حرارة الجسم بالتعرّق .

δ^- Ö: δ^+ H δ^+ H

ويعتبر الماء مذيباً جيداً كونه مستقطباً جزئياً ، وتسمّى الرابطة التي تربط بين ذرات الهيدروجين بالرابطة الهيدروجينية التي تعمل على شد الجزيئات بعضها مع بعض ، ويحتوي الماء الأكسجين حيث أن اللترالواحد من الماء يحتوي 100ملغم تقريباً عند درجة الصفر المئوي وتحت الظروف العادية ، ويقل هذا التركيز بارتفاع درجة الحرارة حيث تصبح كمية الاكسجين 65 ملغم / لتر عند

درجة حرارة 20 مئوية [33,186] .

ويعدّ الأُكسجين الموجود في الماء ضرورياً جداً لأن الأحياء المائية تحتاجه كغاز في عملية التنفس لإنتاج الطاقة لدعم نموها وإدامة حياتها ، إضافة الى أن كمية الأُكسجين في الماء تعتبر إحدى العوامل الكيميائية المهمة للبيئة المائية [155] .

كما ينتج عن عملية تحلّل المواد العضوية وعملية التنفس في الأحياء المائية غاز ثاني أُكسيد الكربون (CO_2) ، ويتحد هذا الغاز كيميائياً مع المياه منتجاً حامض الكربونيك (H_2CO_3) الذي يؤثر بدوره في تركيز الهيدروجين (H^+) في المياه كما تبين التفاعلات الكيميائية .

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \quad \text{............ (48)}$$

$$H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^- \quad \text{............ (49)}$$

$$HCO_3 \rightleftharpoons H^+ + CO_3^{-2} \quad \text{............ (50)}$$

ويحتوي لتر المياه الواحد على 0.5 مليلتر من غاز ثاني أُكسيد الكربون .

وتشكّل المياه العذبة ما نسبته 0.8 % من مجموع المياه في هذا العالم من مياه المحيطات والبحار والأنهار وجميع مصادر المياه ، ونظراً لقلة المياه العذبة النقية وعدم انتظام توزيعها ، وبسبب التزايد السكاني الذي يشهده العالم ، فالواجب يحتّم على البشرية أن تحافظ على هذه الثروة من الهدر والضياع [21,44] .

وهناك عوامل تحدّد نوعية مياه الري النقية منها : الصفات الكيميائية مثل الرقم الهيدروجيني (PH) والمواد الصلبة الذائبة (TDS) وتركيز الأيونات السالبة (الكربونات CO_3^{-2} ، البيكربونات HCO_3^- ، الكلوريد Cl^-، والكبريتات SO_4^{-2}) والايونات الموجبة (الكالسيوم Ca^{+2} ، المغنيسيوم Mg^{+2} ، والصوديوم Na^+) الذائبة في مياه الري ، ومنها أيضاً الصفات الطبيعية مثل درجة الحرارة واللون والعكارة مقاسة بوحدات Nephelimetric Turbidity Unit (NTU) و Jakson Turbidity Unit (JTU) ، والصفات الحيوية التي تتمثل في تعيين نوعية المياه من الناحية الحيوية كتقدير عدد بيوض الديدان المعوية والقولونات البرازية في مياه الري ، وذلك لتفادي الإصابة بالأمراض وتلويث المياه [71] .

ونخلص هنا الى أن الماء النقي الصالح للشرب هو الذي يخلو من أية كائنات

حيّة دقيقة أو أية ملوثات كيميائية أو صناعية تؤثر على طبيعته الكيميائية والفيزيائية والحيوية ، ويتصف الماء النقي في أنه عديم اللون والطعم والرائحة ، ويبين الجدول رقم (1- 3) المواصفات العالمية لمياه الشرب النقية التي وضعتها منظمة الصحة العالمية (WHO) .

جدول (1 - 3)

المادة او الصفة	الحد المسموح (ملغم / لتر	الحد الاعلى (ملغم / لتر)
الطعم	لا يوجد	لا يوجد
اللون	لا يوجد	لا يوجد
درجة تركيز الهيدروجين	7.0 - 8.5	6.5 - 9.3
الرواسب العالقة	250	750
الكدرة	5.0	25
الطلب الكيموحيوي للاكسجين	3.0	4.0
الكلور	200	650
الكبريتات	200	400
المغنيسيوم	75	200
الكالسيوم	50	150
النحاس	1.0	15
البروم أقل من	0.5	1.0
الحديد	0.3	1.0
الرصاص	—	0.1
المنغنيز	0.1	0.5
الزرنيخ	—	0.05
السيانيد	—	0.05
الكادميوم	—	0.01
الزئبق	—	0.001
السلينيوم	—	0.01

المواصفات الدولية للمياه الصالحة للشرب التي وضعتها منظمة الصحة العالمية (WHO) [30]

2 - 3 الماء الملوّث

بسبب التزايد المضطرد في عدد سكان العالم ،حيث من المتوقع أن يصل الى 12.5 بليون في منتصف القرن القادم ، فإنه يترتب على ذلك زيادة في الإستهلاك ، علماً أن متوسط استهلاك الفرد في السنة يتراوح بين (400-300) متر مكعب، ويقدّر العلماء أنه في عام 2040 تكون الإنسانية قد استهلكت كامل احتياطي الماء الموجود في الأرض ، وهذا يعني أن البشرية مهددة بكارثة عطش حقيقي [21,22] .

وفي منطقتنا العربية هناك تحديات تواجه المنطقة حالياً ، فمعدل النمو السكاني يصل الى 3.1 % وهي من أعلى النسب في العالم ، ويعني ذلك أنه خلال جيل واحد يتكاثر عدد سكان المدن من 32 مليون نسمة الى أكثر من 130 مليون نسمة أي ما يعادل 4 % من مجموع السكان حسب ما جاء في الدراسة التي أعدها البنك الدولي ونشرت في كانون الأول عام 1994حول برنامج شراكة للعمل البيئي [91] ، وتضمنت الدراسة أن الوضع المائي في المنطقة العربية أصبح محفوفاً بالخطر حيث يوجد 45 مليون نسمة محرومين من الوصول الى مياه الشرب النقية الآمنة و 85 مليون نسمة يفتقرون الى وجود خدمات صحية و 20 % فقط من المياه العادمة يتم معالجتها مقارنة بـ (70 - 60) % في أمريكا وأوروبا .

ولقد ازداد إستهلاك البشر للمياه في منطقتنا العربية الى درجة أن نصيب الفرد من هذه المياه سوف يقل الى نصف ما كان عليه عام 1970 م ، وأن أكثر من 60 % من المواطنين يعانون عدم توفر مياه صالحة للشرب ، وأوضحت التقارير القومية على مستوى العالم العربي أنه لا توجد عينة مياه شرب واحدة خالية من التلوث بالعناصر الثقيلة كالرصاص أو الزنك أو النيكل أو الحديد أو الفانديوم ، أو بالمواد الكيمياوية كالنترات أو النيتريت أو بالمبيدات ، وأن تلوث المياه وعدم توفر مياه صالحة للشرب في الوطن العربي قد يسببان رفع الإصابة بالفشل الكلوي والسرطان والفشل الكبدي [65]* .

كما يعاني الأردن من عجز في مياه الشرب وفي الاستعمالات المنزلية ، وذلك بسبب ندرة المياه وعدم إنتظام توزيعها حيث أن المعدل السنوي لهطول الأمطار يقدّر بحوالي 8400 متر مكعب [65]** يفقد منها سنوياً 9.2 % بالتبخر ، وتتغذى

* د. أحمد عبدالوهاب عبد الجواد ، نحو استراتيجية اقليمية عربية لحماية البيئة [65] .

** بشار كلوب ، جمال ردايدة ، حالة البيئة في الأردن [65] .

أحواض المياه الجوفية على 5.4 % من هذه الأمطار ، ويوجد في الأردن 12 حوضاً للمياه الجوفية التي تشكل المصدر الرئيس للاستعمالات المنزلية ويزوّد نهر اليرموك الاردن بـ 40 % من المياه السطحية التي تستعمل في الري ، كما تعد مياه نهر الاردن عالية الملوحة ، وقد كشف احد تقارير وزارة الشؤون البلدية والقروية عن حدوث تلوّث جرثومي في مياه نهر الاردن بعد التقائه بنهر اليرموك بسبب إلقاء مياه الصرف الصحي والمياه العادمة الصناعية ، الامر الذي يلحق أضراراً كبيرة بالمزارع الاردنية المحاذية للنهر وجاء في التقرير ان نتائج التحاليل التي اجرتها الجمعية العلمية الملكية والمؤسسة العامة لحماية البيئة قد اسفرت عن وجود تلوث جرثومي ناتج عن بكتيريا القولون الكلية والبرازية ، وبيّنت نتائج التحاليل ان هناك ارتفاعاً في خواص الاكسجين الممتص حيوياً وكيميائيا والكالسيوم والفينول والكلوريد والصوديوم والمواد العالقة في مياه نهر الاردن [134] .

وأكدت إحدى الدراسات العلمية أن هناك إرتفاعاً في نسبة المواد "صلبة المذابة في نهر الأردن وتلوثه بالصوديوم والكلور والبوتاسيوم والأمونيا والنيترات ، وتلوث نهر اليرموك بالنترات والأمونيا ، وبيّنت الدراسة [130]* أن معظم تركيزات الأيونات المقاسة في نهر الأردن أعلى بعدة مرات من تركيزها في المياه العذبة وأن مياه النهر تعكس الحالة المتوسطة ما بين الأنهار العذبة ومياه البحار المالحة ، وعزت الدراسة أسباب التلوّث بالنيترات والأمونيا الى مصادر عضوية مبينة أن المصادر غير الطبيعية للأيونات المقاسة في نهر الأردن والتي تعتبر سبباً في التلوّث تعود الى مياه الصرف الصحي والفضلات البيئية وسيول الزوابع المطرية في المناطق الحضرية إضافة الى النشاطات الزراعية والتأثيرات البشرية كعمليات سحب المياه الجائرة من النهر وجرّ المياه المالحة الواردة من الينابيع غرب النهر الى النهر نفسه .

وأكدت الدراسة أيضاً أن ازدياد تركيز النيترات والأمونيا مؤشر الى وجود جراثيم ضارة بصحة الإنسان كجراثيم الكوليرا والتيفوئيد ، وأن ازدياد النيترات يمكن أن يؤثر على قدرة الدم في نقل الأكسجين ، وزيادة استعمال المياه التي تحتوي على كميات كبيرة من الصوديوم يمكن أن تسبّب إضطرابات في القلب ، كما تؤثر زيادة المغنيسيوم على سلامة الأمعاء .

---

* فارس الهواري ، الوضع البيئي لنهر الاردن وروافده نهر اليرموك ، رسالة ماجستير ، جامعة اليرموك 1997 [130] .

وبسبب تجاوز الطلب على الماء للإمكانات المتاحة وطرح كميات ملوثة متزايدة تتعدى قدرة إستيعاب البيئة فقد أدى ذلك الى ظهور بوادر العجز المائي وتدهور مصادر المياه ، ومن المتوقع أن يعاني قطاع الشرب من عجز مقداره 75 مليون متراً مكعباً في عام 2005 م ، وفي قطاع الصناعات الكبرى تكون الاحتياجات من المياه حوالي 115 مليون متر مكعب وبعجز مقداره 34 مليون متر مكعب في العام المذكور [119]. وتشير آخر احصائيات وزارة المياه والري الأردنية الى أن كمية المياه المتوفرة لكافة الاحتياجات في الأردن تبلغ 1000 مليون متر مكعب سنوياً منها مليون متر مكعب للزراعة و 220 مليون متر مكعب للاستعمالات المنزلية و 50 مليون متر مكعب للاستعمالات الصناعية ، ويوجد عجز في المياه في الاستعمالات المنزلية يصل الى 25 % أي حوالي 55 مليون متر مكعب سنوياً .

لذلك لا بدّ من القيام بخطة شاملة للاستفادة من المياه الجوفية ووضع سياسة مائية تهدف الى عملية ضبط استخدام المياه بطريقة مثلى والعمل على صيانة شبكات المياه من أجل خفض الكميات المفقودة خلال هذه الشبكات ، كذلك يجب الاعتماد على مصادر مياه غير تقليدية مثل تحلية مياه البحر وتحلية المياه الجوفية للاستفادة من إعادة استعمال المياه المستصلحة واستخدامها في الري لتوفير المياه السطحية لاستخدامها لمياه الشرب ، كما يمكن الاستفادة من المياه المعالجة في الصناعة . وأرفق هنا جدولاً يبين نمو الاستهلاك لقطاع مياه الشرب في الأردن .

جدول (2 - 3)

السنة	نسبة النمو	الاحتياطات المائية (مليمتر مكعب / السنة)
1985 - 1986	% 9.5	134
1986 - 1987	% 11.9	150
1987 - 1988	% 9.3	164
1988 - 1989	% 8.0	177
1989 - 1990	% 6.0	188
1990 - 1995	% 5.0	240

تابع جدول (2 - 3)

السنــة	نسبــة النمــو	الاحتياطات المائية (مليمتر مكعب / السنة)
1995 - 2000	% 5.0	306
2000 - 2005	% 5.0	390

نمو الاستهلاك لقطاع مياه الشرب في الاردن [9]

ومن هنا نستنتج أن العالم أجمع يعاني من نقص في المياه فقد تضاعفت احتياجات المياه ست مرات منذ عام 1990 ، وأن 20 % من سكان العالم لا يتوافر لديهم المياه النقية الخالية من الملوثات علماً أن المياه العذبة لا تشكل سوى 0.8 % من مقدار المياه في العالم الذي يقدّر بـ 104 بليون كيلو متر مكعب منها 97.2 % مياه البحار والمحيطات و 1.8 % منها يوجد على شكل جليد وأصبحت هذه المياه مهددّة بأخطار التلوث بفعل الأنشطة البشرية التي واكبها تقدم تكنولوجي وصناعي حيث الملوثات الكيميائية والصناعية بمختلف أنواعها التي أثّرت على نوعية المياه ، وأصبحت تفقد جزءً كبيراً من صفاتها النقية مما أدى الى تغيير الطبيعة المائية من حيث اللون والطعم والرائحة ، إضافة الى قتل الحياة البيولوجية لكثير من الكائنات المائية كالأسماك والطيور وغيرها [18,30,39,46,64] .

إن التقدم الصناعي الذي شهدته الكثير من المجتمعات أدى الى إحداث خلل كبير في نوعية المياه ، نظراً للتزايد المستمر في الحاجة الى استعمالات المياه لإنتاج المواد الأساسية لحياة الانسان بشكلها المتطور والمستمر ، ولقد تمثل هذا الخلل في تلوث المياه بسبب إضافة المواد الضارة بتركيزات عالية من جراء تدخلات الانسان التي اشتملت على قذف الملوثات بكميات كبيرة من المخلفات الصناعية والأسمدة الكيماوية والنفايات المنزلية ومواد التنظيف ومساحيق الغسيل ، بالإضافة الى تلوّث مياه البحر بالنفط حيث تتسرب من خلال حوادث ناقلات النفط ، وكل ذلك ساهم بشكل مدمّر في إنهيار النظام البيولوجي للجسم المائي ، كما أن المياه تتلوث بالمعادن الثقيلة مثل الرصاص والزئبق والكادميوم وغيرها التي تترك آثاراً خطيرة على صحة الإنسان سيرد ذكرها فيما بعد ، بالإضافة الى تلوث المياه بالمواد العالقة والترسبات والأمطار الحامضية التي تتكون بسبب أكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين عند

تفاعلها مع بخار الماء في الجو مكوّنة سحباً من الأمطار على شكل حامض الكبريتيك وحامض النيتريك ، وتتساقط هذه الأمطار على مياه البحيرات والأنهار مسببّة ارتفاعاً في حموضتها وتلوثّها ، وقد يؤدي ذلك الى انعدام الحياة المائية في قسم كبير منها كما حصل لكثير من المسطحات المائية من البحيرات الجميلة في أوروبا فأصبحت ميتة من الناحية البيولوجية وتفوح منها روائح عفنة مثل بحيرة زيوريخ في سويسرا . [4,18,22,30,155,158]

بعد هذا العرض لواقع المياه عالمياً وعربياً ومحلياً ؛ ماهو المقصود بتلوث المياه ؟!

لقد عرّف الخبراء في جنيف عام 1961 تلوث المياه بـ (يعتبر مجرى الماء ملوّثاً عندما يتغير بشكل مباشر أو غير مباشر تركيب أو حالة مياه ذلك المجرى ، وذلك نتيجة عمل الانسان ، بمعنى أن تصبح تلك المياه أقل صلاحية منها في حالتها الطبيعية) . فمثلاً إن زيادة الحموضة في المياه يؤثر على سلوك الأسماك وحياتها وزيادة وجود النترات والفوسفات يؤدي الى وجود الهائمات النباتية (Plankton).

ويمكن أن يعرّف التلوث المائي بأنه (عبارة عن أي تغيير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيبه بطريقة مباشرة أو غيرمباشرة نتيجة نشاط الإنسان الأمر الذي يجعل هذه المياه أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية أو للاستهلاك المنزلي والصناعة والزراعة) ، ومن هنا أكدّت قوانين حماية المصادر المائية من التلوث على ضرورة بقاء المياه في حالة كيميائية وفيزيائية وحيوية لا تسبّب نفوراً أو ضرراً للإنسان والنبات والحيوان .

وسيرد أهم ملوثات الماء التي تؤثر على نوعية المياه فيما بعد .

3 - 3 تلوّث المياه بالمواد الكيميائية

إن للمواد الكيميائية العضوية التي تستخدم في مختلف الأنشطة الصناعية والزراعية والصحية والمنزلية تأثيراً كبيراً على المياه التي تنعكس على صحة الانسان وتلحق أضراراً كبيرة حيث ثبت أن بعضها مسؤول عن الإصابة بالعديد من أنواع السرطان ، كما أوضحت التحاليل الكيميائية الخاصّة بالمياه الملوّثة وجود ما لا يقل عن 30000 مركب تستخدم في مختلف الأنشطة الصناعية والزراعية وغيرهما ، أو بسبب تفاعل المواد الكيميائية بعضها مع بعض في المياه ومنها مركب ثنائي الفينيل عديد الكلورة Polychlorinated Diphenyl المستخدم في صناعة

المحولات الكهربائية والدهان والبلاستيك التي تتسرب الى المياه بعد أن تهترىء الأدوات والمواد التي دخلت في صناعتها وتقذف في أكوام النفايات ، فينحل ببطء في المياه ، ويتغلغل الى باطن الأرض أو يتسرب الى المجاري المائية أو أنه ينتشر عند حرق الفضلات هذه ، فيلوث الهواء الذي يعمل بدوره على إحداث تلوث المياه ولهذا المركب تأثير على صحة الإنسان حيث يسبب السرطان وأمراض الكبد . [44,142,146]

ويمكن تقسيم الكيماويات التي تؤثر على نوعية المياه وتؤدي الى تلويثها :

أ. الكيماويات الزراعية :

يزيد عدد الكيماويات المستخدمة في مكافحة الحشرات والقوارض على عدة مئات ، وهي تستعمل بخلطات تزيد على الألف خلطة وتشتمل على الهيدروكربونات المكلورة لمكافحة الحشرات ، وحوامض الكلوروفينوكسي لمكافحة العفن ، والفوسفات العضوية لمكافحة القوارض والديدان المجهرية ، وكلها تستخدم بطريقة مباشرة أو غير مباشرة في تلويث المياه وإخلال التوازن في طبيعته [35,64,131,141,146] .

لقد كان للمبيدات Pesticides المستخدمة في الزراعة أثرها في هذا النوع من التلوث ، خاصة مركبات الكلور العضوية التي تتسرب الى المياه وتكون عاملاً رئيسياً في تلويثها وتؤدي الى القضاء على الكائنات الحية في المياه مثل الاسماك ، وتدهور الحياة المائية ، فمثلاً لقد أدى سقوط 100 كيلو غرام من مادة الاندوسلفات في نهر الراين الى موت 40000 مليون سمكة [55] .

ومن المبيدات الخطيرة على الانسان والبيئة مادة (داي كلورو داي فينل تراي كلورو ايثان Dichloro Diphenyl Trichloro Ethane) التي تختصر بـ (.D. D. T) علماً أن خطورة هذا المركب تكمن في صفة الثبات الكيميائي في معظم الأحوال البيئية وتأثيره الباقي في البيئة ، وقد يتراكم في مراحل مختلفة من سلسلة الطعام . [44,160]

وتتوقف تراكيز .D.D.T في المياه السطحية على مستوياته في مياه الأمطار وفي التربة وعلى طبيعة التربة ، وقد وصل تركيز هذا المبيد في المياه السطحية في أمريكا عام 1968 الى 0.84 ميكروغرام / لتر ، ووصل الى 0.01 ميكروغرام / لتر في المانيا عام 1971 ، ونتيجة لتوقف إنتاج .D.D.T وعدم السماح باستعماله عالمياً

فإن التركيزات في مياه الشرب كانت أقل بكثير من 1 ميكروغرام / لتر ، وكانت التركيزات المتوسطة مشابهة للتركيزات الموجودة في مياه الأمطار التي عادة ما تكون بين (6.6×10^{-5} - 1.8×10^{-5}) ملغم / لتر [33] .

وقد ثبت أن المبيدات الزراعية تؤثر على الجهاز العصبي ، فمثلا أن تأثير D.D.T. السام يقترن بتأثيراته على أغشية الجهاز العصبي ، كما يتأثر الكبد بدرجة كبيرة إذ تسبب نخراً بؤرياً لخلايا الكبد في الحيوانات ، وأن أكثر من90 % من D.D.T. المخزون في جسم الانسان مستمد من الطعام ، وحددّت لجنة الخبراء المشتركة بين منظمة الأغذية والزراعة ومنظمة الصحة العالمية المعنية بمتبقيات المبيدات Pesticide Residues الجرعة المقبولة يومياً بـ 1 % كأساس للقيم في مياه الشرب ، وبمقدار لا يتجاوز 0.005 ملغم من المبيد لكل كيلو غرام من وزن جسم الانسان [33].

ويبين الجدول (3 - 3) الحدود المسموح بها لبعض المبيدات في مياه الشرب والحدود المسموح بتناولها كما حددّتها منظمة الصحة العالمية :

جدول (3 - 3)

المبيـــد	الحد المسموح به في مياه الشرب (ميكروغرام / لتر)	الحد المسموح بتناوله يومياً من المبيد / كيلو غرام وزن
D. D. T.	1.00	0.005
الدرين وديلدرين	0.03	0.001
كلوردين	0.30	0.001
هكساكلوروبنزين	0.01	-
هبتاكلور	0.10	0.005
لندين	3.00	0.01
ميثوكسي كلور	30.00	0.10
2,4 - D	100.00	0.30

الحدود المسموح بها لبعض المبيدات في مياه الشرب كما حددتها منظمة الصحة العالمية (WHO)

وتبقى مخلفات المبيدات الزراعية في الأرض الزراعية لمدة طويلة تصل الى 20 عاماً وتتراكم عاماً بعد عام لتصل الى تركيزات عالية ، ممّا يشكل خطراً على البيئة وعلى مصادر المياه في حال تسربها بطريقة أو بأخرى [141] .

كما يؤدي استعمال الأسمدة الزراعية ومنها الأسمدة النيتروجينية الى زيادة تلوث المياه بالنترات (NO_3^-) والنيتريت (NO_2^-) الخطيرة على الكائنات الحيّة ، ولهذا السبب يحظر اليابانيون استعمال النترات كمادة مخصبة في حقول الزراعة .

ولإستعمال المخصبات النيتروجينية بشكل خاص التي تعمل على زيادة مستوى النترات في المياه الجوفية مخاطر كبيرة حيث تتحول أملاح النترات بواسطة بعض البكتيريا الى أملاح نايتريتية وبعض مصادر المياه والنبات وتنتج عن أكسدة النيتروجين العضوي بالجراثيم الموجودة في التربة والماء الذي يحتوي على قدر كافٍ من الاكسجين ، ومصدر النيتريتات أيضاً هو استعمالها كعوامل مؤكسدة في الصناعات الكيميائية وكمواد حافظة للأطعمة مما يؤدي الى زيادة تركيز هذه الأيونات (NO_3^-) و (NO_2^-) الخطيرة في المصادر المائية [148,154,188] .

وتكمن خطورة النترات في حال وصول تركيزها في المياه الى أكثر من 10 ملغم / لتر حيث تتحول النترات الى النيتريت السام بواسطة بعض البكتيريا التي تتواجد في القناة الهضمية للأطفال ، ويتحد النيتريت (NO_2^-) مع هيموجلوبين الدم مما يؤدي الى ارتفاع نسبة الميثموجلبين الذي يشكل في الوضع الطبيعي ما نسبته (2 - 1) % من الهيموجلبين .

وان ارتفاع نسبة الميثموجلبين الى ما بين (40 - 30) % يقلل من قدرة الدم على حمل الاكسجين مما يسبب حالة الازرقاق الطفولي Infantile Mathaemoglobin Anaemia وبالتالي الاختناق فالموت بسبب النقص الحاد بكمية الاكسجين الضرورية لانسجة وخلايا الجسم [9,33,64] . وتؤدي مغالاة المزارعين في استعمال الاسمدة النيتروجينية الى تلوث المياه بالنترات التي تعتبر مسؤولة عن كثير من الإصابات بأمراض العضلة القلبية وظهور السرطان بأشكاله المختلفة .

كما تؤدي زيادة الأملاح الناتجة عن الأسمدة النيتروجينية والفسفورية الى حدوث ظاهرة الإثراء الغذائي (Eutrophication) حيث تنمو الطحالب في تلك المياه إذا وصل تركيز النيتروجين الى 0.3 ملغم / لتر ، وفي حالة وصول تركيز

الفسفور اللاعضوي الى 0.1 ملغم / لترمًا يسبب النقص في الأكسجين المذاب في الماء وهذا يؤثر سلبياً على نوعية الأحياء المائية [33,36,37,59] .

بالاضافة الى ما سبق ، فتؤثر الأسمدة الزراعية والمبيدات العضوية على البيئة المائية ، فمثلاً يتحول الكبريت نتيجة لعوامل ميكروبية الى حامض الكبريتيك التي تتحول بدورها لتعطي حامض الكبريتوز H_2SO_3 الأقل ضرراً على البيئة كما يبين ذلك التفاعل رقم (51) :

$$S \xrightarrow{\text{عوامل ميكروبية}} H_2SO_4 \longrightarrow H_2SO_3 \quad (51)$$

الكبريت — حامض الكبريتيك — حامض الكبريتوز

وهناك استعمال واسع للمبيدات العضوية والأسمدة الزراعية التي تحتوي على الكبريت ، فمثلا تستعمل فرنسا وحدها ما يقارب 100000 طن من الكبريت في حقول الكرمة .

وبالنسبة لتأثير المتبقيات الزراعية على مصادر المياه في الأردن ، فقد أثبتت الدراسات أنها تسهم في زيادة نسبة النترات في مياه الشرب ، كما أن تأثير أنظمة التصريف يعتبر عاملاً مقلقاً لان ارتفاع نسبة النترات يسبب مرض الازرقاق عند الأطفال - كما أشرت - للذين قد يمتصون النترات من مياه الشرب الناتج في الأساس عن تصريف المياه المنقاة الى الأودية أو إنسياب نواتج الحفر الامتصاصية الى المياه الجوفية ، ويبين الجدول رقم (4 - 3) تأثير حفر التسرب على الآبار والينابيع وتركيز النترات NO_3^- في عينات المياه في الأردن .

جدول (4 - 3)

المنطقة	اقل من 45 ملغم/ لتر	(100- 45) ملغم/ لتر	اكثر من 100 ملغم/ لتر
عمّان	0.0	92	8
البلقاء	30	63	7
الزرقاء	9.0	86	5
اربد	12	88	0.0
المفرق	14	59	27
الكرك	75	25	0.0

تابع جدول (4 - 3)

المنطقـــة	اقل من 45 ملغم/ لتر	(100- 45) ملغم/ لتر	اكثر من 100 ملغم/ لتر
معــــان	78	22	0.0
الطفيلـــة	0.0	100	0.0

تركيز (NO_3^-) في عينات المياه في الاردن عام 1985 [9]

إن الاستعمـال الخاطىء للتقنيات الحديثـة من خـلال استخـدام المبيدات الحشريـة والأسمـدة الكيميائيـة يؤدي الى تلـوث مصـادر الميـاه وأرفـق هنـا الجـدول رقـم (3-5) الذي يبين بعض المعلومات المتعلقة بكيفية استعمال أنواع مختارة من المبيدات وتركيزاتها الحرجة في مياه الري [71] .

جدول (3 - 5)

المادة	كيفية الاستعمال	طبيعة المادة	معدل الاستعمال	تركيز المادة في المياه عند اجراء عملية الري (ملغم / لتر)	أقل تركيز يؤثر على المحاصيل (ملغم / لتر)	ملاحظات
اكرولين	بالماء	سائل مذاب	15 ملغرام/ لتر X 4 ساعات	10 - 0.1	اغداق او الالام : فاصوليا 60 ، ذرة 60 ، قطن 80 فول الصويا 20 ، شمندر سكري 15	قنوات تصريفها 200 $م^3$/ ث تقلل من تركيز المادة الى اقل حد مسافة 10 - 20 ميل .
			6.6 ملغرام/ لتر X 8 ساعات	0.4 - 0.02	الرش : ذرة 60 ، فول الصويا وشمندر سكري 15	قنوات تصريفها 200 - 500 $قدم^3$/ ث تقلل التركيز الى اقل حد بمسافة 20 - 30 ميل .
			0.1 ملغرام/ لتر X 48 ساعات	0.1 - 0.05		قنوات تصريفها 1000 $قدم^3$/ ث تقلل التركيز الى اقل حد بمسافة 30 - 50 ميل .
Aromatic Solvont (Xylene)	يخلط مع الماء الجاري		6-10 غالون/ $قدم^3$ / ث للتصاريف بين30-60 $قدم^3$ / ث (300-750 ملغرام / لتر)	700 او اقل	القصة والقطن والجزر 1600< الفاصوليا والقمح 1200، الذرة 3000 ، ذرة بيضاء 800 < ، بطاطا 1300	التركيز يقل سريعاً من نقطة الى اخرى ضمن 2 - 6 ميل ويزول كليا تقريباً من 6 - 10 ميل .
كبريتات النحاس	بالقنوات او الخزانات	بلورات خشنة من بنتاهايدريت	0.5-3.0 ملغرام/ لتر بصورة مستمرة ويعادل 1/3 الى 1 باوند / $قدم^3$/ ث	0.04 - 0.8 في 10ميل 0.8 - 9 ملغرام / لتر	فوق التراكيز المستعملة للأدغال	التركيز يقل سريعاً مع المسافة .

تابع جدول (5 - 3)

المادة	كيفية الاستعمال	طبيعة المادة	معدل الاستعمال	تركيز المادة في المياه عند اجراء عملية الري (ملغم / لتر)	أقل تركيز يؤثر على المحاصيل (ملغم / لتر)	ملاحظات
Dimethyl Amines	في القنوات	سائل	0.5 - 2.5 ملغرام/ لتر	مثل تراكيز املاح الصوديوم والبوتاسيوم	ذرة وفول الصويا 25 < شمندر سكري 25	يجب الانتظار<25 يوم قبل استعمال الماء
2,4 D	ادغال حواف القنوات	سائل يرش	1 - 4 باوند / ايكر	1-3 مايكروغرام/ لتر بعد 2-5 / ميل من محل وضعه	لوبيا 3.5 < الى 10 <	يجب الحذر من رشه على الماء فهو يرش على الادغال فقط
2,4 D	للادغال الطافية والغاطسة	سائل يرش	1 - 4 باوند / ايكر	0.1 ملغرام / لتر واقل بمدة 3 اسابيع	عنب 0.7 - 1.5	يجب الانتظار على الاقل 3 اسابيع قبل استعمال الماء للري.
سلفكس	على مجاري مياه الفيضان والقنوات والخزانات	سائل يرش	2 - 4 باوند / ايكر	لا تتوفر اي معلومات	لا تتوفر اي معلومات	مسجل لمكافحة الادغال المائية في مياه راكدة بمعدل4 باوندلكل 100 غالون ماء . لا يستعمل الماء للري بتاتاً .
بكلورام	لمكافحة الادغال في مساقط المياه	سائل يرش او بشكل حبيبات	1 - 3 باوند / ايكر	لا تتوفر معلومات	ذرة 10< ، شمندر سكري 10 <	اعطي نتائج باهرة في مكافحة ادغال حواف المجاري المائية .

بعض المعلومات المتعلقة بكيفية استعمال انواع مختارة من مبيدات الاعشاب وتركيزها الحرج في مياه الري [17]

وخلاصة القول ، رغم أهمية المبيدات والأسمدة الزراعية إلا أنها خطيرة على صحة الانسان في نفس الوقت ، فمثلاً تعتبر مادة .D.D.T من المواد الصعبة التحلل فمتبقيات هذه المادة ما زالت حتى يومنا هذا في الأطعمة وفي الكائنات الحية وتتجمع في المواد الدهنيـة والكبد والدماغ لذلـك تم حـظـر استعمـال هذه المـادة في الكثـير مـن الدول .

كما تؤثر المبيدات على طعم المياه ورائحتها عند تلوثها ، وعندما يصل تركيزها الى 0.005 ملغم / لتر تظهر آثار الطعم غير المستساغ والرائحة غير المستحبة ، إضافة الى تأثيرها على الكائنات وذلك باكسابها طعماً غريباً مثل الأسماك والتقليل من قيمتها الاقتصادية [4,33] .

ب . المنظفات الكيميائية :

تعتبر المنظفات Detergents ومساحيق الغسيل ملوثاً رئيسياً للمياه حيث تمثل أكثر من 80 % من حاجة السوق العالمية الى مواد التنظيف ومنها سلفونات الالكيل البنزينية (A B S) ، وإن استعمال الفسفور في مياه المجاري المحتوية على مساحيق الغسيل يؤدي الى احداث انهيار في النظام البيولوجي للجسم المائي [64,148,150] .

ويعدّ الصابون من أقدم المنظفات ، حيث يصنع من الزيوت أو الدهون أو الأسترات الكربوكسيلية بتفاعلها مع إحدى القلويات الكاوية مثل الصودا NaoH أو البوتاسا KOH ، كما تضاف المواد العطرية والملونة أثناء عملية التصنيع ، ويبين التفاعل (52) كيف يتم الحصول على الصابون من خلال تفاعل مركب ثلاثي ستيارين مع الصودا الكاوية :

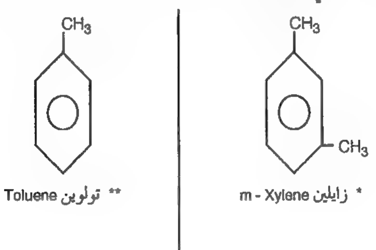
$$(52)\ldots\ldots\quad \begin{matrix} H_2CO\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \\ H_2CO\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \\ H_2CO\overset{O}{\overset{\|}{C}}-C_{17}H_{35} \end{matrix} + 3NaOH \longrightarrow \begin{matrix} H_2COH \\ | \\ HCOH \\ | \\ H_2COH \end{matrix} + 3C_{17}H_{35}COONa$$

ثلاثي ستيارين (استر كربوكسيلي)   صابـون

ولقد دخلت المواد الكيمياوية في صناعة هذه المنظفات وتركيبها مثل المركبات الفوسفاتية والمنتجات البترولية التي لها تأثير كبير على صحة الانسان إذا وصلت الى داخل الجسم وبعضها يعتبر من المسرطنات ، كما أدخل في تركيب بعض هذه المنظفات

أنزيمات عضوية تكونها الخلايا الحيّة لها القدرة على احداث مواد كيميائية عضوية أخرى ، وقد ظهرت أضرار واضحة للإنزيمات على الجلد بعد تكرار الاستخدام ممّا يؤدي الى حدوث اكزيما (Eczema) في اليد كما أثبت ذلك أخصائيو الأمراض الجلدية حيث أن الانزيمات تهاجم الطبقة الخارجية الميتة من الجلد ، إضافة الى ظهور حالات ربو (Asthma) وأمراض شبيهة بالأنفلونزا (Flu)نتجت عن استنشاق هواء محمّل بتلك الأنزيمات .

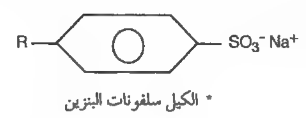
وأدى كثرة استخدام المنظفات الى تلوث مياه الصرف التي تصل الى الانهار والبحار ، ويعود جزء من هذه المنظفات الي الانسان مع مياه الشرب خلال محطات التنقية لمياه الأنهار أو تحلية مياه البحر . وقدّرت الكميات التي تصل الى الانسان في بريطانيا عام 1980 بـ 3 مليغرام مع مياه الشرب يومياً و2 مليغرام يومياًمع الأكل والشرب نتيجة ما يتبقى بالآنية بعد غسلها بالمنظفات ثم شطفها بالماء ، كما أن المنظفات تستعمل في غسل الخضروات والفواكه حيث تتشرب أجزاء النباتات الخارجية في حالة المحاصيل الورقية كالسبانخ والخس كميات كبيرة من المنظفات يصعب التخلص منها بالشطف بعد ذلك ، كما أن مزيلات البقع مثل الزايلين* والتولوين ** وغيرهما من المذيبات العضوية التي لها سميّة عالية تسبّب أضراراً للكبد والكلى ، بالاضافة الى أن مركبات أحمر الشفاه تحتوي على مركب بيروكلورو ايثيلين Perchloro Ethylene ($Cl_2C = CCl_2$) أو ثالث كلوريد الايثان (CH_3CCl_3) الشديد السميّة في التنظيف الجاف .



* زايلين m - Xylene

** تولوين Toluene

وتلوّث المياه بالمنظفات بسبب عدم قابلية المكوّن النشط الأساسي للمنظف على التحلل ، فالمفاعل السطحي الكيل سلفونات البنزين * يتكسّر بسهولة ويؤدي الى



* الكيل سلفونات البنزين

تكوين كميات كبيرة من الرغوة على أحواض معالجة مياه المجاري والأنهار وتصبح بذلك المياه ملوّثة فتتراكم هذه المنظفات في الأجسام المائية وتؤثر على الكائنات الحيّة فيها ، ولذلك بحثت الصناعة عن منظفات قابلة للتحلّل لتحل مكان المنظفات القديمة التي تسبّب التلوّث .

كما أن احتواء المنظفات على الفوسفور ، يقود الى مياه مغذية للنبات ومن ثم يؤدي الى ظاهرة الإثراء الغذائي بسبب زيادة تركيز الفوسفور في المياه الذي يتجاوز 0.1 ملغم / لتر ، ممّا ينعكس على نقص كمية الأكسجين المذاب في المياه فتتأثر بذلك الكائنات المائية [18,155,191] .

جـ . تلوّث المياه بالفلزات الثقيلة :

تتلوّث المياه أيضاً بالفلزات مثل الزئبق والكادميوم والرصاص والزرنيخ وغيرها التي تقذف في المياه مسبّبة تلوثاً لها وتترك آثاراً خطيرة على نوعية المياه .

تلوّث المياه بالزئبق (Mercury)

إن من طرق تسرب الزئبق الى البيئة المائية هو عمليات تعرية الصخور في جميع أنحاء العالم حيث تؤدي الى تسرب ما يقارب 200000 كيلو غرام من الزئبق في السنة وتكون معظم هذه الكمية في الأجسام المائية الطبيعية ، كما ان استهلاك كميات كبيرة من الفحم الحجري - حيث أثبتت الدراسات أنه يحتوي على مركبات الزئبق - يؤدي الى قذف كميات كبيرة من الزئبق ، ويقذف في أمريكا وحدها كميات من الزئبق تقدر بـ 60000 كيلو غراماً في السنة من مصدر الفحم الحجري فقط [44] .

ومن مظاهر تلوّث البحيرات بالزئبق بحيرة ميتشغان في أمريكا التي قذفت فيها مصانع البلاستيك وحدها ما يقارب من 20000 كيلو غرام من الزئبق الذي يدخل في صناعة البلاستيك ، وإن أنهار الكرة الأرضية تصب في المحيطات نصف الانتاج العالمي من الزئبق أي ما يقارب 10 ملايين كيلو غرام سنوياً .

وتكون مستويات الزئبق في المياه العذبة أقل من 0.0002 ملغم / لتر ، أما في الأنهار والبحيرات التي تعرّضت للتلوّث الصناعي أو الكيميائي فقد تصل الى 0.3 ملغم / لتر . ووجد في المانيا مثلاً أن المياه تحتوي على تراكيز تتراوح ما بين (1800 - 100) نانوغرام / لتر في الأنهار في الوقت الذي حددّت فيه منظمة الصحة العالمية (WHO) مقدار تركيز تلوّث المياه بالزئبق بـ 0.001 ملغم / لتر [33] .

وتكمن خطورة الزئبق في أن مركبات الزئبق اللاعضوية تتحول الى الكيل الزئبق خاصة في الأوحال وفي قيعان الأنهار والبحيرات وغيرها من الأجسام المائية الراكدة بفعل البكتيريا اللاهوائية [44,173,186] .

$$\text{مركبات زئبق (لا عضوية)} \xrightarrow[\text{(Anaerobic Bacteria)}]{\text{بكتيريا لاهوائية}} CH_3Hg^+ + (CH_3)_2Hg \quad \text{....... (53)}$$

CH_3Hg^+: ملح مثيل الزئبق — $(CH_3)_2Hg$: ثنائي مثيل الزئبق (الكيل الزئبق)

وأن تراكم الكيل الزئبق في أنسجة دماغ الانسان أو الحيوان يُحدث تأثيرات بالغة الخطورة ، ويبين الجدول رقم (6 - 3) تحولات مركبات الزئبق وملاحظات عن سميتها وطرق تحولها .

جدول (6 - 3)

طبيعة المركب الزئبقي	طريقة التحول الكيمياوي	التأثيرات السامّة
أريل الزئبق (مركب عضوي)	يتم التحول في الجسم او في البيئة الخارجية .	سامّة ان وجدت بتراكيز كافية .
مركبات الزئبق (لا عضوية)	يتم التحول بواسطة احياء مجهرية نوعاً ما (بكتيريا لاهوائية في امعاء بعض الحيوانات او في البيئة) .	- سامة إن وجدت بتراكيز كافية . - تؤدي الى تخريبات في الكبد والكلية والدماغ . - فترة بقائها في الجسم صغيرة.

تابع جدول (6 - 3)

طبيعة المركب الزئبقي	طريقة التحول الكيميائي	التأثيرات السامّة
الكيلات الزئبق (مركبات عضوية)	بكتيريا لا هوائية .	ـ تؤدي الى تخريبها لكافة الانسجة والاعضاء بما فيها الدماغ . ـ فترة بقائها طويلة .

طرق تحولات مركبات الزئبق وسميتها [44]

ومن حوادث تلوّث المياه بالزئبق حادث خليج ميناماتا الياباني ، فقد تسمّم 111 شخصاً توفي منهم 46 شخصاً بعد تناولهم للأسماك التي تركّزت فيها كميات من الزئبق تراوح تركيزها في المياه بين (3.6 - 1.6) ميكروغرام / لتر [44] علماً أن الحد المسموح به لتركيز الزئبق في البحار هو 0.1 ميكروغرام / لتر [33] .

وقد تسبّبت مركبات الزئبق * العضوية التي تستعمل كمادة معفّرة لقتل الاحياء المجهرية غير المرغوب بالكثير من حوادث التسمّم في العديد من الدول ومنها حادث التسمّم بالزئبق في العراق عام 1971 الذي أدى الى وفاة 500 شخص وإصابة 700 نتيجة الاستخدام المباشر في الاستهلاك للبذور المعاملة بالزئبق التي تستخدم بالزراعة [11,44] ، ومنها ما حصل في السويد في أوائل الستينات ،فقد أدى استعمال بذور معفّرة بمركبات الزئبق الى موت العديد من الطيور ، كما منعت السلطات الصحية السودية عام 1967 صيد الأسماك وبيعه من حوالي 40 نهراً وبحيرة حيث استعمل أحد المركبات الزئبقية العضوية لمنع نمو الاشنات في الأحواض المائية التي تحفظ فيها جذور الأشجار [44] .

إن التسمّم بالزئبق يترك تأثيرات تأخذ شكل الإضطرابات العصبية والكلوية التي ترتبط بمركبات الزئبق العضوية منها وغير العضوية [79,82,148,167 173] .

* من المركبات الزئبق العضوية التي تستخدم في تعفير البذور مركب (PAM) او خلات فنيل الزئبق

$[\, C_6H_5 - Hg - C - O - \overset{O}{\overset{\|}{C}} - CH_3 \,]$

تلوث المياه بالكادميوم (Cadmium)

يتأثر ذوبان الكادميوم باختلاف طبيعة مصدر وحموضة الماء ، وعادة ما تكون مستويات الكادميوم منخفضة في إمدادات المياه كما تقترن المستويات المرتفعة منه في مياه الحنفيات بتركيبات المواسير المطلية ومواد شبكات المواسير المجلفنة ، ويدخل الكادميوم في صناعة البلاستيك والأصباغ والطلاء الكهربائي وينتقل بواسطة مياه الري الآتية من الأنهار فيتراكم في المنتوجات الزراعية وخاصةً الأرز الذي يعتبر مصدراً غذائياً رئيسياً في الكثير من دول العالم ، ويشكل تراكمه خطورة كبيرة على صحة الانسان حيث أن للكادميوم تأثيراً على العظام يؤدي الى إضمحلالها تدريجياً [33,148,173]. كما أن هذه العظام تتعرض للكسر على أثر هزات ضعيفة مثل السعال ، وتعرف هذه الحالة بـ (ايتاي ايتاي) التي توفي بسببها 100حالة في اليابان عام 1965 . [33,148,173]

وتحتوي المياه الصالحة للشرب عادة على تراكيز منخفضة جداً من الكادميوم تكون أقل من 1ميكروغرام / لتر، كما حدّدت منظمة الصحة العالمية حدّ تلوّث المياه بالكادميوم بـ 0.005 ملغم / لتر [33] ، ويبلغ متوسط تركيز الكادميوم في مياه الأنهار والبحيرات حوالي 9.5 ميكروغرام / لتر في أمريكا ، وقد كانت أقل نسبة في أنهار المسيسبي وميسوري وأعلى نسبة 50 ميكروغرام /لتر في بحيرة ايري Erie . ويتراوح تركيز الكادميوم في مياه الشرب ما بين (0.12 - 11.2) ميكروغرام /لتر ، ويرتفع تركيز الكادميوم في المياه الجوفية أكثر من مياه الشرب [33,84,173] .

ويبين الجدول (3-7) الحدود المسموح بها لبعض المعادن الثقيلة في مياه الشرب كما حددتها منظمة الصحة العالمية .

جدول (3 - 7)

المكونات غير العضوية	الحد المسموح به (ملغم / لتر)
الرصـــاص	0.05
الكادميـــوم	0.005
الكـــروم	0.005
الزئبـــق	0.001
الفلوريـــد	1.5

تابع جدول (7 - 3)

المكونات غير العضوية	الحد المسموح به (ملغم / لتر)
السيانيـــد	0.1
النتـــرات	10.0

الحدود المسموح بها لتركيزات بعض المكونات غير العضوية في مياه الشرب كما حددته منظمة الصحة WHO (مصادر متعددة)

تلوث المياه بالرصاص (Lead)

المصدر الرئيس لتلوث المياه بالرصاص هو الدخان المتصاعد من السيارات الذي يصل الى مصادر المياه بواسطة الهواء ، بالاضافة الى ما تنتجه المصانع من مخلفات تحتوي على الرصاص التي قد تصل الى المياه بطريقة او باخرى [5,30,84,146,148, 165,173] .

وللرصاص تأثير سام على صحة الانسان ويتسبب في سمية الاحياء المائية ، وقد اشرت في موضع سابق الى المخاطر الكبيرة للتلوث بالرصاص الذي يؤدي الى اختلال عمل الكلية والتخلف العقلي والشلل الدماغي وتعطيل عمل الانزيمات وغيرها من المخاطر على الانسان والبيئة .

والحد المسموح به لتلوث المياه بالرصاص هو0.05 ملغم / لتر كما هو مبين في الجدول رقم (7 - 3) . ووجد ان معدل تركيز الرصاص في مياه الامطار 40 ميكرو غرام / لتر ، ويحتوي الضباب على 300 ميكروغرام / لتر من المياه المركزة ، وقد تعدت نسبة المحيطات من الرصاص خلال خمسين سنة من 0.01 ميكروغرام / م^{3} الى 0.07 ميكروغرام / م^{3} .

وهناك الكثير من مصادر المياه التي اصبحت ملوثة بالرصاص نتيجة وصول الرصاص اليها من خلال المصانع والبتروكيماويات وغيرها ، حيث بينت الدراسات في المياه السطحية للمحيطات ان تركيز الرصاص يتراوح ما بين (0.35 - 0.02) ملغم / لتر اي اكثر1000 مرة من التركيزات في المياه العذبة السطحية [33,39,84].

وعُرفت الجرعات العالية من الرصاص بانها سمّ استقلابي تراكمي عام ، ومن اعراض التسمم - بالاضافة الى ماذكرت سابقا - التعب والانهاك والتوعك البطني البسيط والتهيج وفقر الدم اذا وصلت مستويات الرصاص في دم الاطفال الى اكثر من 400 ميكروغرام / لتر [33,167] .

تلوث المياه بالزرنيخ (Arsenic)

يسهم الزرنيخ في تلوّث المياه حيث يصل الى مياه الشرب من خلال النفايات الصناعية ، كما أن عدداً كبيراً من امدادات المياه تحتوي على مستوى قليل حوالي 10 ميكروغرام / لتر ، ويوجد الزرنيخ على شكل مركب عضوي او غير عضوي ، وتعتمد سميته على الشكل الكيميائي والفيزيائي للمركب ، وان التسمم الحاد بالزرنيخ يؤدي الى اصابة الجهاز العصبي المركزي ، وتؤدي الجرعات التي يتراوح تركيزها بين (180 - 170) مليغرام / لتر الى الوفاة ، ويمكن ان يصاب الجهاز الهضمي والتنفسي والجلد باصابات شديدة ، كما يؤدي الى حدوث اورام خبيثة في الاعضاء الحيوية ، ووجد ان السرطان الجلدي في بعض القرى الصينية كان سببه مياه الشرب من آبار تحتوي على تراكيز متوسطة من الزرنيخ تبلغ 0.5 ملغم / لتر [22,31,33,39,145,148,173] .

كما ان العديد من الفلزات الاخرى لها تأثير سمّي على الكائنات البحرية في حال تلوث المياه ، ويمكن ترتيب هذه المعادن حسب سميتها كما يلي :
الزئبق(Hg) > الفضة (Ag) > النحاس (Cu) > الزنك (Zn) > النيكل (Ni) > الرصاص (Pb) > القصدير (Sn) > الكروم (Cr) > الحديد (Fe) > المنغنيز (Mn) > الالمنيوم (Al) > البريليوم (Be) > الليثيوم (Li) .

وبسبب هذه الملوثات من الفلزات وغيرها من الملوثات الاخرى التي تلقى في مياه البحار تحولت بعض البحار الى مقبرة للاسماك فمثلاً اصبحت الكائنات البحرية في البحر الابيض المتوسط تغادر الحياة [11,126] ، لان هناك 120مدينة تصرّف مجاريها ، وتلقي بنفاياتها ومخلفات مصانعها ، ويبين الجدول (8 - 3) كمية الملوثات من الفلزات وغيرها التي تلقى في البحر الابيض المتوسط سنوياً كما جاء في برنامج الامم المتحدة للبيئة عام 1985 [11,92,148] .

جدول (8 - 3)

الملوثـــــات	الكميـة مقـدرة بالطــن
الزئبـــق (Hg)	1000
الكـروم (Cr)	2,400
الرصـاص (Pb)	3,800
الزنـــك (Zn)	21,000
الزيـــوت المعدنيـة	120,000
الفسفور (P)	420,000
النيتروجين (N)	800,000
الفينـــول	120,000
المنظفـات الصناعيـة	6000

كمية الملوثات التي تلقى في البحر الابيض المتوسط كما جاء في تقرير برنامج الامم المتحدة للبيئة عام 1985 [11,92,148]

وليس هذا هو حال البحر الابيض المتوسط وحده ، فهناك بحر الشمال وبحر البلطيق ، وكذلك انهار الراين والتيمز والسين ومعظم الخلجان والبحيرات حيث لم تعد الكائنات البحرية صالحة للاستهلاك البشري بسبب تراكم الفلزات في مكوناتها الغذائية ، مما أدى الى امراض الفشـل الكلـوي وتليـف المخ والتهـاب الاعصـاب . [30,33,148,155]

تلوث المياه بالاسبست (Asbestos)

يدخل الاسبست الى المياه الطبيعية عن طريق اذابة المعادن والمواد المحتوية على الاسبست ومن مخلفات الصناعة ، كما يوجد في امدادات المياه المنزلية ، ووجد ان محتوى الاسبست في مياه نهر اوتاوا في كندا غير المعالجة تصل الى (مليون ليفة / لتر) ، وأجريت دراسات على مواسيراسمنت الاسبست ومياه الشرب وعلاقتها بحدوث السرطان ، الا أن هذه الدراسات لم تؤكد ذلك ، ولكن هناك فرضيات اقترحت ان الياف الاسبست المتناولة تسبب السرطان ولا يمكن استبعادها ، كما أن هناك دراسات أكدت أن استنشاق الاسبست يؤدي الى سرطان المعدة والامعاء

والجهاز الهضمي [14,33,165,167,181,182] .

4 - 3 تلوث المياه بالنفايات الصلبة

إن المياه السطحية اكثر عرضة للتلوث الناتج عن الفضلات ومياه المجاري التي تعمل على احداث تغيير في الصفات الكيميائية والعضوية للمياه السطحية، خصوصاً اذا احتوت الفضلات على الملوثات الناتجة عن الصناعات الكيميائية والاستعمالات المنزلية مثل المنظفات وفضلات المستشفيات التي تحتوي على عوامل ممرضة (Pathogenic)، مما يؤدي الى زيادة نشاط البكتيريا التي تساعد بدورها على تفكيك الفضلات العضوية الى مواد عضوية سامة للاحياء المائية مثل الفينولات .

ويؤدي عدم معاملة فضلات المجاري المنزلية الى تلوّث البيئة المائية ، وذلك من خلال طرحها لمكوناتها المختلفة الى المسطحات المائية التي تشتمل على المواد العضوية وغير العضوية ، وتعمل على استهلاك الاكسجين المذاب في الماء نتيجة تفاعلات المواد العضوية وتفككها مثل الكربوهيدرات والدهون والبروتينات ، حيث وجد ان كل 110 غرام من المادة العضوية يحتاج الى 54 غرام من الاكسجين ، وتشتمل ايضاً على المواد المترسبة العضوية وغير العضوية وتوجد من ضمنها مواد لا تتحلل بسرعة ومنها ما يكون ساماً ، كما تحتوي هذه الفضلات على الاملاح المعدنية مثل المواد النيتروجينية والفوسفورية فتصبح المياه غير صالحة للشرب في حالة زيادة نسبة النترات بتراكيز عالية في مياه الشرب . وقد حدّدت منظمة الصحة العالمية WHOهذا الحد بـ 11.3 ملغم / لتر ، كما حدّدت مؤسسة الصحة الامريكية التركيز الضار للنترات NO_3^- بـ 10 ملغم / لتر .

والمخلفات الناتجة من المنازل ليست بالقليلة حيث قدّر ما يجمع من قمامة بما يعادل 500 غراماً من المخلفات المنزلية عن كل فرد يومياً ، ويمكن الاستفادة منها بعد فصل مكونات القمامة الى نوعيات مختلفة (مخلفات ورقية ، مخلفات زجاجية ، مخلفات معدنية ، مخلفات بلاستيكية ومخلفات عضوية) [9,13,20] .

ومن الممكن تحويل هذه المخلفات الى المصانع لاعادة استخدامها ، ولا ينصح التخلص من بعض انواع النفايات عن طريق الحرق مثل المواد البلاستيكية التي تحتوي

كلوريـــد عديـد الفينـل * (Poly Vinyl Chloride (PVC الذي ينتـج عنـه مـادة الديوكسان ** Dioxane الشديدة السمية والمسرطنة .

$$\text{1,4 - Dioxane}^{**}:\ \text{ring: O} - CH_2 - CH_2 - \text{O} - CH_2 - CH_2 -$$

$$(\ CH2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - CH2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}} - CH2 - \underset{\displaystyle Cl}{\underset{|}{CH}}\ )$$

(PVC) *

1,4 - Dioxane **

وقد ثبت وجود آثار لمركبات(PVC) عندما نفق عشرة آلاف طائر في البحر الايرلندي عام 1969 نتيجة تغذية الطيور على سمك ملوث بمركبات (PVC)، هذا بالاضافة الى ما تقذفه المصانع المنتشرة على ضفاف البحيرات والانهار حيث ترسبت هذه الملوثـات في قاع البحيرات مما تركت تأثيراً على الحيـاة المائيـة فيها منذ اكثرمن ستين عاماً وادت هذه المخلفات الى القضـاء المبـرم على الحيـاة المائية في الكثيرمن البحيرات والانهار .

وتتلوث المياه بكبريتيد الهيدروجين السام (H_2S) عن طريق قذف المخلفات الصناعية في المياه ، مما يؤثر على احداث مشكلات تتعلق بالطعم والرائحة في مياه الشرب ، ولكبريتيد الهيدروجين تأثير على صحة الانسان حيث يتحول الى كبريتيد قلوي في الدم والانسجة ، ويتم افراغ الكبريت عن طريق الكليتين والرئتين ، كما انه يتأكسد بواسطة عدد من البكتيريا المسماة بالبكتيريا الكبريتية عديمة اللون Colourless Sulfur Bacteria كما يبين ذلك التفاعلان (54) و (55) .

(54) .... $2H_2S + O_2 \longrightarrow 2S + 2H_2O +$ طاقة

(55) .... $2S + H_2O + 3O_2 \longrightarrow 2SO_4^{-2} + 4H^+ +$ طاقة

وتشبه رائحة كبريتيد الهيدروجين رائحة البيض الفاسد ، وحدّدت منظمة الصحة العالمية عتبتي* الطعم والرائحة في محلول كبريتيد الهيدروجين ما بين (0.1 - 0.05) ملغم / لتر ، وان تكوّن غاز H_2S في المياه المعرّضة للتلوث بالكبريت ينشط الديناميكية الحرارية في الوسط الحامضي ($PH < 7$) .

كما تُحدث المواد الملوثة الناتجة عن المصانع تأثيرات متنوعة على الحياة المائية فقد تكون سامّة بطريقة او باخرى ، ويبين الجدول رقم(9 - 3) تأثيرات المواد الضارة التي تؤثر على الاسماك في حال وصول هذه الملوثات الى المياه [31] .

جدول (9 - 3)

المادة الضارة بالاسماك	الجرعة المحدودة (ملغم / لتر)		جرعة الحد الادنى القاتلة (ملغم / لتر)	
	في المياه العذبة	في المياه الكلسية	في المياه العذبة	في المياه الكلسية
حامض الهيدروكلوريك HCl	3	50 - 150	5	200
حامض النيتريك HNO_3	-	200	-	750
كبريتيد الهيدروجين H_2S	0.2 - 1.0	-	2 - 5	-
ثاني اكسيد الكبريت SO_2	0.5	-	1	-
الامونيا NH3	5 - 10	10 - 17	14	26
هيدروكسيد الكالسيوم $Ca(OH)_2$	متنوع	-	-	70
كلوريد البوتاسيوم $CaCl_2$	10	-	-	30
هيدروكسيد البوتاسيوم KoH	28	-	56	-
هيدروكسيد الصوديوم NaOH	20 - 50	-	400	96
كربونات الصوديوم Na_2CO_3	-	-	250	300
كبريتات الصوديوم Na_2SO_4	-	-	1000	-

* يقصد بـ (العتبة Threshold : مستوى الجرعة او التركيز بين الحد الادنى والحد الاعلى المسموح به لاحدى المواد الكيميائية او محاليلها التي حددتها الجهات المختصة مثل منظمة الصحة العالمية ، وان تجاوز هذا المستوى من التركيز يؤدي الى مخاطر كبيرة على صحة الانسان وعلى سبيل المثال ان عتبة الطعم لمحلول كبريتيد الهيدروجين في الماء تتراوح ما بين (0.1 - 0.05) ملغم / لتر .

تابع جدول (9 - 3)

المادة الضارة بالاسماك	الجرعة المحدودة (ملغم / لتر) في المياه العذبة	الجرعة المحدودة (ملغم / لتر) في المياه الكلسية	جرعة الحد الادنى القاتلة (ملغم / لتر) في المياه العذبة	جرعة الحد الادنى القاتلة (ملغم / لتر) في المياه الكلسية
كبريتيد الصوديوم Na_2S	0.8	-	40	50
كبريتات النحاس $CuSO_4$	2.5	50	25	100
كلوريد الحديدوز (II) $FeCl_2$	-	500	500	1000
كلوريد الحديديك (III) $FeCl_3$	250	100	-	500
كبريتات الحديد $FeSO_4$	300	100	250	1000
الفينولات C_6H_5OH	-	1	-	10
الزرنيخ As	-	-	0.25	-
دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$	0.1	-	0.5	-

المواد الضارة والمسمّمة للاسماك [31]

وان طرح فضلات المدن ومخلفاتها له تأثير خطير لما يسببه من نقص كبير في الاكسجين المذاب في المياه ، وفي الحالات التي ينفذ فيها الاكسجين بصورة كلية فان نشاط البكتيريا الهوائية في تحليل هذه المخلفات سيتوقف [44,51] .

ويعتبر الاكسجين المذاب في الماء (Dissolved Oxygen) ضرورياً لاستمرارية حياة ونشاط الكائنات الحية المائية والهوائية ، ويتوقف بقاء هذه الاحياء على قابلية الجسم المائي لتزويد الكائنات بالحد الادنى من الاكسجين المذاب . وتحتاج الاسماك النسبة العليا من الاكسجين المذاب حيث تتراوح ما بين (9 - 5) ملغم اكسجين/ لتر تحت درجة حرارة (20) مئوية ، وفي حالة وجود نقص في تركيز الاكسجين فان ذلك يؤدي الى نقص في كمية الغذاء التي تتناولها الاسماك وبالتالي تعرضها للامراض والآفات [30,44,84] .

وتعتمد درجة اشباع الماء بالاكسجين المذاب على درجة الحرارة وعلى الارتفاع عن مستوى سطح البحر حيث يكون التركيز أعلى ما يمكن عند مستوى

سطح البحر ويقل كلما ازداد الارتفاع عن مستوى سطح البحر فمثلاً يكون تركيز (D. O.) عند الاشباع 9.1 ملغم / لتر في درجة (20) مئوية عند مستوى سطح البحر ، في حين ينخفض تركيز الاكسجين المذاب الى 7.4 ملغم / لتر في درجة حرارة (20) مئوية عند ارتفاع 6000 قدم عن مستوى سطح البحر [44] .

كما وتعتمد كمية الاكسجين المذاب على درجة تركيز غاز الاكسجين الملامس لسطح الماء وعلى درجة تلوث المياه بالمواد العضوية التي تستهلك كميات كبيرة من الاكسجين عند تحللها هوائياً [85].

ان الفضلات الغذائية من المنازل ، وفضلات المياه من مصادرها المختلفة كالمزارع ومحلات بيع الخضار والفواكه غالباً ما تحتوي على مواد عضوية مما يؤدي الى انخفاض مستويات الاكسجين المذاب من قبل البكتيريا الهوائية التي تقوم بتحليل المواد العضوية المذابة الى عواملها الاولية ، ولذلك يمكن ربط درجة تلوث المياه بالمواد العضوية بدرجة استهلاك الاكسجين المذاب [18,30,39,44] .

وتشتمل المواد العضوية بشكل رئيس على الكربون الذي يتفاعل مع الاكسجين المذاب ،كما يبين ذلك التفاعل رقم (56) .

$$(56) \;......\; C + O_2 \longrightarrow CO_2$$

ونستنتج من هذا التفاعل ان 12 غراماً من الكربون* يتطلب 32 غراماً من الاكسجين** المذاب لتأكسدها بصورة كاملة الى غاز ثاني اكسيد الكربون ، وهذه الكمية المستهلكة من الاكسجين المذاب تعتبر عالية جداً وتؤثر على نوعية المياه وتلوثها بشكل كبير عند قذف الفضلات العضوية فيها ، مما يهدد الكائنات الحية في الجسم المائي بالخطر والموت بسبب نقص كمية الاكسجين المذاب الضروري لادامة حياة هذه الكائنات .

ومن اهم العناصر التي تدخل في تركيب المواد العضوية النيتروجين (N) والكبريت(S) والفوسفور (P) حيث تدخل في تفاعلات التحلل الذي تسببه البكتيريا الهوائية (Aerobic Bacteria) .

$$(57) \;......\; \underset{\text{نيتروجين عضوي}}{N} + \underset{\text{الاكسجين المذاب}}{O_2} \longrightarrow NH_3 + HNO_3$$

---

* الوزن الذري للكربون يعادل 12 غراماً .

** الوزن الجزيئي للاكسجين يعادل 32 غراماً تقريباً .

$$(58) \ldots\ldots\ldots\ S + O_2 \longrightarrow H_2SO_4$$

كبريت عضوي   الاكسجين المذاب

$$(59) \ldots\ldots\ldots\ P + O_2 \longrightarrow H_3PO_4$$

فسفور عضوي   الاكسجين المذاب

وبسبب عمليات التآكل Corrosion بالنسبة لتمديدات المياه ، فان مستوى الاكسجين الذائب في الماء يقل ، ومثلاً إن تآكل الحديد يحتاج الى كمية قليلة من الاكسجين .

$$(60) \ldots\ldots\ldots\ 2Fe \longrightarrow 2Fe^{+2} + 4e^-$$

$$(61) \ldots\ldots\ldots\ 4e^- + 2H_2O + O_2 \longrightarrow 4OH^-$$

وهكذا يمكن ان تنخفض كمية الاكسجين الذائب دون اي زيادة واضحة في تركيز الحديد في الماء ، وعلى العكس قد يظهر المحتوى على مستويات عالية من الحديد كنتيجة للتآكل البسيط من استنفاذ مستوى الاكسجين الذائب ، وكثيراً ما يؤدي استنفاذ 80 %من الاكسجين الذائب الى تغيير في طعم الماء ورائحته ولونه .

لذلك يوصى بضرورة احتواء الماء في شبكة التوزيع على مقدار كاف من الاكسجين الذائب ، غير انه من الصعب التوصية بقيمة محددة ، نظراً لان المكونات الاخرى في الماء تؤثر على المستوى المقبول [33,39,51] ، كما ينتج الميلغرام الواحد من الاكسجين في اللتر 3.5 ملغم من الحديدوز حيث يحدث تآكل مع تغير ملموس في مقدار الاكسجين الذائب .

وتعتمد كمية الاكسجين المذاب في الماء على درجة حرارة الماء وتركيز الاملاح الذائبة (الملوحة Salinity) والضغط الجزيئي للغاز في الجو الذي يكون في حالة تماس مع الماء ، وتقدر كمية ذائبية الاكسجين في الماء بما يقارب 20 ملغم / لتر .

ولم يتوقف خطر تلوّث المياه عند هذا الحد ، بل ان الاستمرار في نقص كمية الاكسجين المذاب قد يؤدي الى خفض مستوياته الى درجة خطيرة ممّا يهيء الظروف لنمو البكتيريا اللاهوائية Anaerobic Bacteria التي تقوم بتحليل المواد العضوية الموجودة في الفضلات وينتج عنها غازات سامّة لها رائحة كريهة تشكل خطراً على البيئة المائية والانسان ، وتبين التفاعلات الكيميائية التالية تفاعلات التحلل البكتيري اللاهوائي :

$$(62) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad C \longrightarrow CH_4$$

غاز الميثان

$$(63) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad N \longrightarrow NH_4 + \text{Amines}$$

أمونيا   الامينات

$$(64) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad S \longrightarrow H_2S$$

كبريتيد الهيدروجين

$$(65) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad P \longrightarrow PH_3 + \text{مركبات فوسفورية اخرى}$$

فوسفين

وإذا استنفذ الاكسجين في تمديدات المياه تبدأ عمليات التآكل اللاهوائية متضمنه الجراثيم المختزلة للكبريتات التي قد تكون موجودة ومن ثم تختزل الكبريتات الى كبريتيد كما يوضحه التفاعلان (58) و (64) .

ولقياس درجة استهلاك الاكسجين المذاب في المياه تستعمل طريقة الاكسجين المستهلك حيوياً Biochemical Oxygen Demand (BOD) التي تعتمد على نوعية وكمية الكائنات الحية الدقيقة في المياه وعلى نوعية المواد العضوية المعرضة للتحلل التي تحتويها المياه وعلى كمية الاكسجين المذابة في المياه ، بالاضافة الى درجة حرارة المياه والرقم الهيدروجيني (PH) الذي يفضل ان تتراوح قيمته بين (8 - 6) ، وعلى مدى توافر المواد السامة او المعيقة لعملية التحلل [18,44,85] .

وتتلخص هذه الطريقة باعطاء كمية الاكسجين المستهلكة حيوياً من قبل الكائنات الحية الدقيقة المحلله هوائياً تحت درجة حرارة 20 مئوية ، ويقاس الاكسجين المستهلك حيوياً بعد 24 ساعة او48 ساعة او حتى بعد 20 يوم حضانة حسب الحاجة، وتعطي هذه الطريقة (BOD) مؤشراً جيداً على تلوّث المياه بالمواد العضوية ، الا ان اجراء هذه الطريقة يحتاج الى وقت طويل ولا تكون ذات دقة عالية عند إعادتها [30,44,85] .

لذلك تستعمل طريقة اخرى لقياس درجة استهلاك الاكسجين المذاب في المياه تسمى طريقة الاحتياج الكيميائي(.Chemical Oxygen Demand (C. O. D، ويتم التعويض في هذه الطريقة عن البكتيريا في عملية التأكسد بعوامل كيميائية مؤكسدة قوية مثل دايكرومات البوتاسيوم $K_2Cr_2O_7$ في حامض الكبريتيك H_2SO_4 حيث يتم التأكسد بسرعة لا تزيد عن ساعتين[18,44,85] ، ويتم قياس كمية CO_2 الناتجة من التأكسد او قياس كمية$K_2Cr_2O_7$ المستنفذة في التأكسد ، كمايتم ربط هذه

القيم مع كمية المادة العضوية الموجودة في المياه .

وما يميز طريقة (C.O.D.) عن طريقة (B. O. D.) أن الاولى يتأكسد فيها جميع المواد العضوية بشكل تام في حين أن طريقة(B. O. D.) عاجزة عن الاكسدة التامة لبعض المركبات العضوية المذابة مما يجعل قيم (C.O.D.)أعلى من قيم (B. O. D.) [18,44,85] .

وهناك طريقة ثالثة تستخدم لقياس كمية الاكسجين المذاب (D. O.) هي طريقة تحليل الكربون العضوي الكلي Total Organic -Carbon Analysis (TOC)، التي تتلخص في تحويل جميع الكربون في المواد العضوية الى غاز ثاني اكسيد الكربون CO_2عن طريق حرق تام للمادة العضوية عند درجة حرارة عالية تتراوح ما بين (1000 - 900) درجة مئوية وبوجود عوامل مساعدة Catalysts ملائمة ، وتوجد الآن أجهزة قياس ال TOC ذاتية التسجيل حيث تستخدم في مختبرات القياسات النوعية للمياه [18,44,85] .

ويبين الجدول رقم (10 - 3) قياس كمية الاكسجين المذاب بطريقة ال (B. O. D.) لمياه الأنهار .

جدول (10 - 3)

تصنيف الانهار	B. O. D. (ميلغرام باللتر) أو جزء بالمليون من الاوكسجين المذاب الممتص في خمسة أيام
نظيف جداً	1.0
نظيف	2.0
نظيف الى حد ما	3.0
مشكوك في نظافته	4.0
رديء	5.0

كمية الاكسجين المذاب بطريقة B. O. D. [30]

إن القاء مخلفات المجاري والتلوث الغائطي « التبرز » في المياه يؤدي الى تلويثها بالطفيليات التي تسبب مرض البلهارسيا حيث تدخل الى الجسم اثناء الشرب من مياه ملوثه ، وقد ثبت ان أكثر المصابين بمرض البلهارسيا معرضون للاصابة بسرطان المثانة وحصى المثانة والحالب وتليف الكبد وتضخم الطحال ، وقدّرت الاحصائيات موت 200 مليون انسان بسبب مرض البلهارسيا ، وهناك 600 مليون في طريقهم الى الموت بسبب هذا المرض الناتج عن تلوث المياه في العالم ، كما أن الاسهال Diarrhoea الذي تسببه البكتيريا والفيروسات والطفيليات يقضي على 6 ملايين شخص سنوياً في العالم ، بالاضافة الى أن ارتفاع نسبة الفطريات في مياه الشرب بكمية تزيد عن 1 ملغم / لتر يؤدي الى امراض الأسنان والمعدة [148] .

كما تؤدي مياه المجاري عند اختلاطها بمياه الشرب الى انتشار طفيل الدودة الكبدية التي تصيب الكبد وتسبب اعراض المغص الكبدي مع حدوث سعال وقيء وآلام في الامعاء وقد تصل الدودة الكبدية الى الدورة الدموية لتصل الى القلب والرئتين ، ومن الطفيليات التي تصل الى امعاء الانسان عن طريق مياه الشرب « أنتاميبا هستوليتكا » الذي يسبب الدزنتاريا الاميبية .

إن الجراثيم الممرضة التي تنشط بسبب تلوّث المياه تكون ذات خطورة على صحة الانسان ، فهناك انواع من الأحياء المجهرية التي تنتقل بواسطة المياه وتصيب الجهاز الهضمي مثل جراثيم شلل الاطفال والزحار المعوي وغيرها ، والاتصال بهذه الميكروبات يتم خلال الشرب او من خلال الفعاليات ذات العلاقة بالماء .

والنفايات التي تكثر في البحار والمحيطات تكون بطيئة التحلل نتيجة الظروف البيئية الصعبة ، حيث ان متوسط درجة الحرارة في اعماق البحار والمحيطات يقترب من الدرجة المئوية ، وعندها توشك انشطة الميكروبات ان تتوقف ، لهذا تكون النفايات وكأنها محفوظة في ثلاجات طبيعية بمعزل عن الميكروبات ممّا يحفظها من التحلل . ووفق تقارير العلماء ان بحر الشمال يستقبل سنوياً 1.6 مليون طن من النفايات ممّا يجعله في عداد البحار المحتضرة ، وان الدراسات التي أجريت على البحر الابيض المتوسط تدل على أن هذا البحر قد ماتت احياؤه عند شواطيء برشلونه ، كما ان 100000 كيلو متر من بحر البلطيق ميتة حيث تحللت حيواناته وتعفنت ، وأن بحيرة ميتشغان بحاجة الى 500 سنة من التوقف في صب النفايات فيها حتى تستطيع تجديد نقاوتها [30,85,126,148] .

ويرتبط تلوث المياه الجوفية كذلك بدرجة وصول الفضلات التي تتسرب الى التربة حتى يصل منسوب المياه الجوفية ، ويعتمد ما يقارب 50 مليون نسمة في امريكا على نظم الخزانات الصحية Septic Tank في التخلص من تلوثها بترشيح المياه المتدفقة اثناء مرورها الى اسفل داخل التربة ، وهذا لا يكفي احياناً ، حيث يمكن ان تتلوث المياه الجوفية ممّا يسبب الالتهابات الكبدية Hepatitis التي انتشرت بهذه الطريقة عندما يشرب الانسان من المياه الجوفية [32,64] .

واذكر هنا ، أن نسبة التلوث البكتيري لمياه الشرب الذي يسبب امراضاً وبائية مثل الكوليرا والتيفوئيد والتهاب الكبد وصلت في العراق نتيجة حرب الخليج الثانية عام 1991 الى 41.7 % بسبب حصول انسدادات في شبكات مياه المجاري وكسور في الانابيب ، وبسبب طرح الفلزات والمياه الصناعية غير المعالجة الى الانهار ممّا أدى الى تكوين 2701 مستنقع بسبب هبوط كفاءة منظومات التصريف وارتفاع مستوى المياه الجوفية ، وهذه الافرازات التي نتجت عن هذه الحرب أدت الى اكبر تلوّث بيئي يشهده العراق في تاريخه الحديث [65,125] .

5 - 3 تلوث المياه بالنفط ومشتقاته

ينتج هذا النوع من التلوث من خلال عبور ناقلات النفط عبر البحار والمحيطات حيث تتسرب زيوت النفط ومشتقاتها الى المياه نتيجة انفجار الناقلات او بسبب غرق بعض البواخر او تنظيف خزاناتها او قذف الزيوت المحروقة والمنتجات الصناعية ومنتجات مصافي النفط في المياه ممّا يؤدي الى الاضرار بالثروات البيولوجية والاخطار على صحة الانسان وافساد مزايا مياه البحر .

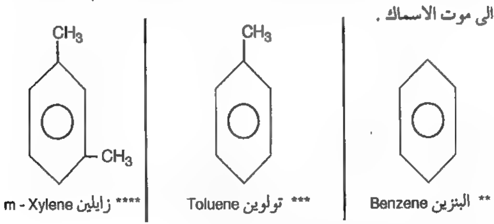
ولقد اهتمت الدول بوضع التشريعات القانونية لمنع التلوث البحري ، فمثلاً عقد مؤتمر في باريس عام 1979 شارك فيه تسع عشرة دولة وتم مناقشة التنظيم القانوني الدولي لاتفاقيات الحد من التلوث والمسؤولية القانونية لتلوث مياه البحر ، ووقعت كذلك اتفاقية منع التلوث من السفن عام 1973، وقد انضم الاردن لهذه الاتفاقية بهدف الحفاظ على البيئة البحرية ومكافحة المصادر التي تؤدي الى التلوث الناتج عن السفن سواء أكان بقصد أم بغير قصد حفاظاً على السلامة العامة ، وبموجب الاتفاقية فان المنظمة البحرية الدولية التابعة للامم المتحدة وغيرها من الهيئات الدولية ستقدم للدول الاعضاء كل الدعم في مجال تدريب وتأهيل العاملين في المجال

العلمي والتقني للمحافظة على البيئة والمساعدة على توفير المعدات اللازمة لاستقبال الزيوت والرصد وتشجيع البحوث وضبط طرق التخلص من الزيوت .

كما عقد في مسقط عاصمة عُمان عام 1995 المؤتمر الدولي* الخاص بمنع ناقلات النفط الكبيرة من تفريغ النفايات وحماية البيئة البحرية الذي ركّز على منع تسرب الزيوت من الناقلات ، وحماية السواحل العُمانية من مثل هذا التسرب وتنفيذ التشريعات والاتفاقيات المتصلة بتوفير حماية كاملة للبيئة البحرية وادارة مكافحة التسرب للزيوت في الخليج ، ووضع نظام تشريعي يحسم قضية تلوث مياه الخليج والبيئة البحرية باعتبار هذه البيئة مصدراً هائلاً للاسماك والكائنات البحرية مصدراً دائماً للمياه بعد تحليتها وخاصة مياه الشرب والمياه المستخدمة في العمليات الصناعية.

إن منطقة الخليج تنتج ما نسبته49 % من اجمالي صادرات النفط على مستوى العالم ، لذلك فان النقل البحري المرتبط بتصدير النفط يشكل التهديد المباشر في الخليج ، اضافة الى استمرار الناقلات النفطية في تفريغ مياه التوازن الملوّثة بالزيت ومياه غسيل الصهاريج والمياه الملوثة المتجمعة في قاع السفن .

ولقد حدثت الكثير من الحوادث التي ادت الى تلوث المياه بسبب النفط ومشتقاته ، ففي عام 1967 غرقت الناقلة توري كانيون Torry Canyonفي ساحل كورنويل Cornwell على شاطيء انجلترا الجنوبي الغربي حيث انساب فيها ما يعادل 120,000 طن من النفط الذي تسبب في نفوق 100,000 طير ـ ومنها طائر الغلموت ـ التي تسممت بالنفط ، ووجد أن تركيز البنزين ** تراوح بين (40 - 10) ملغم / لتر وتركيز التولوين*** والزايلين**** بين (50 - 40) ملغم / لتر ممّا يؤدي الى موت الاسماك .



* انظر في الملحق الذي يتضمن قائمة بالمؤتمرات الدولية المتعلقة بالبيئة في نهاية الكتاب .

وفي الثمانينيات من هذا القرن حدث اكبر تلوث نفطي في التاريخ لخليج المكسيك الذي جعل البحر يحترق بفعل الانفجارات التي وقعت في منطقة الحفر أمام ساحل المكسيك حيث ادى الى اندفاع النفط الى سطح الارض بقوة كبيرة وبلغ ارتفاع ألسنة النيران عشرة امتار وقطرها 25 متراً .

وهناك الكثير من البحار التي تحتضر بمعنى أن الكائنات الحية فيها اصبحت مهددة بالموت [126] ، فمثلاً يحتوي بحر الشمال على ما يزيد عن 140 منصة Platform للتنقيب عن النفط ، وتتعرض هذه المنصات للكوارث ، ولعل ابرز هذه الحوادث ماحصل في صيف عام 1988 عندما انفجرت منصة الباير ألفا للتنقيب عن النفط وانسابت ملايين الاطنان من النفط على مدى ثلاثة اسابيع ، هذا بالاضافة الى تلوث مياه بحر الشمال بما يقارب 2.5 مليون طن سنوياً بسبب غرق بعض البواخر وقذف الصناعات النفطية والزيوت المحروقة الى مياه البحر ، كما وجد المعهد الهولندي لتوزيع المياه ان نسبة المحروقات قد وصلت الى 0.5 ملغم / لتر في نهر الراين .

وتصل كمية النفط التي تتسرب الى مياه الخليج العربي الى 500000 طن سنوياً ، وأن حرق حقل نوروز الايراني عام 1983 ادى الى انطلاق النفط من آبار هذا الحقل ونتج عن ذلك نفوق 1500 سمكة من ثعابين البحر و 150 طير و 32 من الحيوانات الثدية و 33 دلفيناً [30] .

ولا يعرف بالتحديد مدى تأثير تسرب النفط في الخليج العربي ، الا ان الزيت يحرم الاعشاب البحرية اشعة الشمس الضرورية لبقائها ، وتهدد بقع النفط الاسماك في الخليج والنباتات التي تطفو في المستنقعات العراقية الجنوبية [65]* .

وفي أوائل عام 1984 شوهد قطيع من مئات الحيتان يجنح على سواحل جزيرة (تسمانيا) جنوب استراليا في عملية انتحارية امام جمهور من سكان المنطقة لاقت حتفها بعد قليل على الصخور الساحلية ، ويعتقد ان سبب ذلك يعود الى تلوث المياه بكميات كبيرة من النفط ولجأت هذه الكائنات الى الهروب من مياه البحر تخلصاً من المعاناة التي تلقاها من تلوّث المياه بالنفط ، وقد تكرر مثل هذا الحادث في شهر آب عام 1996حيث جنح مائتا حوت على شاطيء (دنسبور)

* فاضل سعدوني ، اثر التلوث النفطي في النظام البيئي في الخليج العربي .

جنوبي غربي استراليا حيث اصطبغ البحر بلون الدم لان الحيتان كانت تصطدم عمداً بالصخور .

كما ان مياه شط العرب الملتقى لنهري دجلة والفرات التي تصب في الخليج العربي تتأثر بعدة مصادر من الملوثات كالصناعة النفطية مثل مصانع الورق والاسمنت ، وقد لوحظ ان تراكيز الهيدروكربونات في عينات مياه شط العرب تتراوح بين (35.4 - 1.7) ميكروغرام / لتر ، وهذه نسبة عالية حيث ان مصادر هذه الهيدروكربونات المخلفات المنزلية والفضلات الصناعية [30,39,190] .

وجدير بالاشارة ان اذكر هنا حرب الخليج الثانية عام 1991 التي تسرب بسببها حوالي عشرة ملايين برميل من النفط ، وهذا يعتبر من اكبر كوارث التلوث النفطي في العالم الذي ادى الى نفوق آلاف من الطيور المختلفة وموت الاسماك . كما أُحرقت كميات من الغاز الطبيعي تصل الى اكثر من مليونين وربع المليون متر مكعب ، بالاضافة الى حرق 30 مليون متر مكعب من غاز كبريتيد الهيدروجين واكثر من مليون ونصف مليون متر مكعب من المنتجات النفطية الاخرى ، وقائمة الارقام في الموانيء بما يعادل 490000 طن من النفط الخام و 304 مليون برميل حيث ان تأثيرات كل هذه المواد على الحياة المائية وحياة كائناتها كبيرة جداً ، فمثلاً تناقصت اسراب الطيور المهاجرة واختفت انواع منها بعد ان كانت تملأ انهار العراق طيلة فصل الشتاء اذ كانت لآلاف السنين موطنها الاصلي ، كما تسرب الى المياه مواد سامة متنوعة بكميات هائلة اثر قصف المنشآت الصناعية ، ومنها تسرب 24 مليون لتر من الزيوت المختلفة و53000 طن من حامض الكبريت السائل و 5600 طن من حامض الكبريتيك المركز و 500 طن من حامض الفوسفوريك المركز و700 طن من غاز الامونيا و 150 طن من حامض الهيدروكلوريك [65,125]* .

ويقدر ان فضلات النفط التي تطفو على سطح المحيطات بعدة ملايين طن سنوياً ، ويوجد في فرنسا مستنقع اسود يمثل ما مجموعه ثلاثة ملايين طن من المازوت وتكلف الاقتصاد الفرنسي 40 مليون فرنك فرنسي ، كما ان البحر الابيض المتوسط الذي يضخ فيه العديد من الانهار التي تحمل مياهاً ملوثه اصبحت الحياة المائية فيه مهددة بالخطر ، فمثلاً يحمل نهر الرون من فرنسا يومياً 20 طناً من المياه النفطية

---

* فاضل سعدوني - اثر التلوث النفطي في النظام البيئي [65] .

التي ترمى بالبحر ، وتوجد حالياً اكثر من 100000 طن من بقايا النفط و60000 طن من مخلفات التنظيف و300000 طن من المعادن ، كما يتخلص ما يقارب 80 % من القرى والمدن المطلة على البحر المتوسط من فضلاتها ، بالاضافة الى اكثر من 200 مليون سائح على سواحل البحر سنوياً يضيفون كميات اخرى من مياه المجاري والنفايات مباشرة الى البحر بدون معالجة هذه المياه وتنقيتها [17,22,30,84,148] .

وتؤدي المحروقات البترولية الى تشكل بقع زيتية على سطح المياه تعمل على منع التأكسد الطبيعي للمياه ، وتعيق التنقية التلقائية للمكان الذي توجد فيه ، ولقد بذلت الدول محاولات كثيرة لمعالجة هذه البقع الزيتية حيث تم اكتشاف مادة ينبول Unipol التي تستطيع إزالة ما بين (80 - 60) % من البقعة النفطية في الاسبوع الاول ، وتتكون هذه المادة اصلاً من كائنات ذاتية ، بالاضافة الى طرق اخرى كامتصاص النفط بواسطة مواد صلبة مثل القش ، ونشارة الخشب والمركبات الكيميائية المكثفة .

إن التفاؤل حليف العلماء والباحثين في أن البكتيريا آكلة النفط هي الحل العلمي لتلوث البحار بالزيت حيث يعتقد ان بقع التلوث النفطي لم تعد مصدراً للخطر على الاحياء المائية في البحار والمحيطات واصبحت غذاءً لبكتيريا خاصة اكتشفها باحثون فرنسيون ، كما تقوم البكتيريا بالعمل على تكسير واكسدة وتحلل النفط ومشتقاته خلال سنة او اكثر ، علماً أن المليغرام الواحد من الهيدروكربونات مثلاً يحتاج الى اربعة مليغرامات من الاكسجين لاكسدته وتحلله [10,30] ، ويمكن تلخيص طرق التخلص من البقع النفطية في استعمال وسائل الازالة الميكانيكية والتدمير بالبكتيريا ، وبودرة الاسمنت والكيماويات المبيدة للبقع النفطية وهي تتفاوت في القدرة على ازالة التلوث [65,80,84,155]* .

6 - 3 ملوثات اخرى للمياه

وهناك ملوثات كيميائية اخرى تؤثرفي الرقم الهيدروجيني (PH) ، مما ينعكس سلباً على الاحياء المائية وصلاحية هذه الكميات للشرب ،علماً أن المدى المسموح به لقيمة الرقم الهيدروجيني في مياه الشرب يتراوح ما بين (8.5 - 6.5) . وتعتبر المياه الحامضية اكثر خطورة حيث تتضمن اكسدة كبريتيد الحديد وتكوّن سلسلة من

* فاضل سعدوني - اثر التلوث النفطي في النظام البيئي [65] .

التفاعلات وانتاج الكبريتات وحامض الكبريتيك وأكاسيد الحديد التي لها تأثيرات بيولوجية على البيئة المائية ، كما تعتبر مياه صرف المناجم من الاسباب البارزة في تدهور نوعية المياه ، وهناك مشكلة خاصة هي مياه الصرف الحامضية من مناجم الفحم اذ يتكون حامض الكبريتيك عندما يتفاعل الماء والهواء مع المركبات المعدنية الحاملة للكبريت والتي تتواجد مع الفحم ، ويدخل بعد ذلك الحامض الى المجاري المائية عن طريق الجريان الصحي ، وتؤدي الحالة الحامضية الى نفوق الاسماك ومعظم الاحياء المائية .

ويستعمل الرقم الهيدروجيني للماء كقياس للتوازن الحامضي والقاعدي الذي تحققه مختلف المركبات الذائبة في الماء على شكل محلول [33,61,147] ، ويعبّر عنه بالعلاقة التالية :

$$PH = -Log [H^+]$$

ويحكم الرقم الهيدروجيني في معظم المياه الطبيعية التوازن بين ثاني اكسيد الكربون CO_2 والبيكربونات HCO_3^- والكربونات CO_3^{-2} ، ويحدث في الماء النقي انخفاض في قيمة ال (PH) ، فكلما ارتفعت درجة الحرارة بمقدار 25 درجة مئوية انخفض الرقم الهيدروجيني (PH) بمقدار 0.45 ، وتمتاز المياه الطبيعية بقدرتها على تنظيم امتصاص الحامض او القاعدة دون احداث اي تغيير في درجة الحموضة ، وتحتوي المياه الحامضية على رقم هيدروجيني ($PH < 7$) ، ويمكن من خلالها قياس القاعدة Alkanility ، كما تحتوي المياه القاعدية على رقم هيدروجيني ($PH > 7$) ويمكن من خلالها قياس الحموضة Acidity .

وتتغير قيمة الرقم الهيدروجيني بدرجة كبيرة اثناء معالجة المياه ، فاضافة الكلور الى المياه مثلاً يقلل من قيمة الرقم الهيدروجيني وبالتالي تزداد الحموضة ، كما ان اضافة الجير يرفع قيمة ال (PH) ويزيد من درجة القاعدية ، ويرتبط الرقم الهيدروجيني بطرق مختلفة عديدة بجميع معالم جودة المياه الاخرى ، نظراً لان التوازن الكيميائي للماء Chemical Equilibrium يتضمن دائماً تركيز أيونات الهيدروجين $[H^+]$ والهيدروكسيل $[OH^-]$.

$$(66) \; .... \; H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$$

والعامل الذي يحدد درجة الحموضة او درجة القاعدية في المياه غير المعالجة هو نوعية المواد التي تحتوي عليها ، وأن أي تغيير بسيط في قيمة ال (PH) يؤدي الى تلوّث المياه ويترك فيها تأثيراً ساماً ، وعلى سبيل المثال فان تلوث المياه بالامونيا (NH_3) يعمل على زيادة الرقم الهيدروجيني الى (PH > 9) حيث يكوّن حالة توازن بين جزيءء الامونيا(NH_3) من جهة وأيون الامونيوم (NH_4^+) وايون الهيدروكسيد (OH^-) من جهة ثانية كما يتضح ذلك في التفاعل (67) .

$$(67) \; .... \; NH_3 + H_2O \longrightarrow NH_4^+ + OH^-$$

ويجب ان لا يتجاوز تركيز الامونيا في المياه 0.25 ملغم / لتر كي لا يكون له اي تأثير سام حيث تتأثر الاحياء المائية بتراكيز قليلة ، كما حدث في الخليج العربي قرب الكويت أن نفق عدد كبير من الاسماك بسبب وصول تركيز الامونيا الى 55 ملغم / لتر .

ومثال آخرهو تلوث المياه بالسيانيد Cyanide الذي يوجد في المياه من خلال المخلفات الصناعية حيث يتحلل في المحاليل المائية الى حامض سيانيد الهيدروجين (HCN) الذي يتفكك الى أيون السيانيد (CN^-) وأيون الهيدروجين (H^+)

$$(68) \; .... \; KCN + H_2O \longrightarrow K^+ + CN^- + HCN$$

$$(69) \; .... \; HCN \rightleftharpoons H^+ + CN^-$$

ويعمل سيانيد الهيدروجين على تقليل درجة الحموضة بشكل منخفض وله تأثير سام ، ويتفكك بالماء الى أيون السيانيد (CN^-) الذي لديه القدرة على التفاعل مع العناصر الثقيلة مكوّناً مركبات معقدة مثل$[Fe(CN)_6]^{+4}$ وغيرها ، ودرجة السمية* لهذه المركبات وثباتها تعتمد على الفلز وعلى درجة الحموضة ، ويكون لايون السيانيد تأثير سمّي قاتل اذا وصلت الجرعة الى (60 - 50) ملغم / لتر [33].

كما تـؤثـر المـخلـفات السائـلة Acidmine Drainage او مخـلـفات المجاري Sewage Sludges على قيم ال (PH) حيث تحتوي هذه المياه على مركبات

---

* يقصد بـ (السمية) : تلك المواد التي تشل حركة الكائنات الحية ونموها وتؤدي الى موتها وذلك من خلال تأثيرها المباشر والفعّال اوعرقلة الفعاليات الايضية فيها ، وتتفاوت المواد السمية في تأثيراتها مع بعضها وتركيباتها الكيماوية وتركيزاتها المؤثرة .

(FeS_2) التي تتأكسد مما يؤدي الى حموضة المياه ، وتحدث التفاعلات الكيميائية التالية :

$$2FeS_2 + 2H_2O + 7O_2 \longrightarrow 2FeSO_4 + 2H_2SO_4 \quad \text{.........} \quad (70)$$

$$2FeSO_4 + \tfrac{1}{2}O_2 + H_2SO_4 \longrightarrow Fe_2(SO_4)_3 + H_2O \quad \text{.........} \quad (71)$$

$$Fe_2(SO_4)_3 + 6H_2O \longrightarrow 2Fe(OH)_3 + 3H_2SO_4 \quad \text{.........} \quad (72)$$

وإن تكوّن حامض الكبريتيك H_2SO_4 كما توضح التفاعلات الكيميائية أعلاه يعمل على تغيير قيمة الرقم الهيدروجيني الى اقل من ($PH < 5$) بكثير ، وهذا الوسط الحامضي لمياه المخلفات السائلة ملائم لنمو البكتيريا ، ويعتبر مناسباً ايضاً لتفاعل الفلزات التي تترك آثاراً سامّة في حالة اختلاطها مع المياه او إعادة معالجتها . بالاضافة الى مخلفات مناجم الفحم الحجري التي تعمل هي الاخرى على زيادة الوسط الحامضي للمياه الى درجة لا تستطيع الاحياء المائية مقاومتها .

ويعتبر الفلوريد ايضاً شديد السمّية للانسان في الجرعات العالية حيث ان معظم المياه تحتوي على تركيز اقل من (< 1 ملغم / لتر) ، ويزداد تركيز الفلوريد في المياه بسبب افراغ النفايات الصناعية ممّا يؤدي الى التسمم بالفلوريد الذي يسبب الالتهاب المعوي النزفي والتهاب الكلى السام الحاد ويؤثر على عضلة القلب .

ومن حوادث التسمم بالفلوريد حادث ولاية (مابراديش) التي تقع في وسط الهند حيث اصيب سكان عشرات القرى في شهر آذار عام 1996 بمرض يسبب مجموعة من الاعراض التي تؤثر على العظام فيما يهدد انتشار هذا الوباء باصابة كافة السكان بالعجز ، وإن التسمم بالفلوريد يؤدي الى اصابة العظام لدى الاطفال بين الخامسة والخامسة عشرة ، كما تؤدي زيادة كمية الفلور في مياه الشرب عن المستويات المقبولة الى اصابة الاسنان بالتبقع والتخريب حيث تظهر بقع صفراء او بنية داكنة او سوداء وتعرف هذه الحالة بـ (تفلور الاسنان Dental Flourisil) التي يكون فيها تركيز ايون الفلوريد اكبر من (< 1.5 ملغم / لتر) ، كما تسبب الزيادة في تركيز ايون الفلوريد [F^-] الى تفتيت الاسنان [33] .

وللكلوريد الذي يضاف عادة الى مياه الشرب بتركيز يتراوح بين (200 - 100) ملغم / لتر ، تأثير على نوعية المياه اذا تجاوز هذا التركيز مماً يؤدي الى تغيير طعم المياه ، كما يتأثر طعم القهوة اذا تمّ اعدادها بمياه تحتوي على كلوريد الصوديوم NaCl بتركيز 400ملغم / لتر .

إن تركيز الكلوريد في المياه غير الملوثة يكون اقل من (> 10 ملغم / لتر) ، وفي المياه العذبة اقل من (> 1 ملغم / لتر) [30,33,39] . وتظهر الرائحة الكريهة والحادة لمركب ثلاثي كلوريد الهيدروجين بتركيزات اكبر عندما يقل الرقم الهيدروجيني عن (PH < 7) حيث يستعمل هذا المركب في عملية الكلورة ، وتكتسب مياه الشرب طعماً لاذعاً عندما يقل مستوى الرقم الهيدروجيني ، في الوقت الذي تقل فيه فاعلية الكلور في قتل الجراثيم في حالة زيادة قيمة (PH) ، ويعزى ذلك الى الانخفاض في تركيز حامض الهيبوكلورروز حيث يزداد الرقم الهيدروجيني .

وتكمن خطورة غاز الكلور الذي يستعمل في تطهير مياه الشرب برائحته اللاذعة التي تسبب التهيج لدى استنشاقه وتخريش الاغشية المخاطية والسعال الشديد اذا كان تركيزه في الهواء 0.0001 ملغم / لتر ، وعندما يحتوي الهواء على كمية من من الكلور بتركيز 12 % فان ذلك يسبب اصابات خطيرة قد تؤدي الى الوفاة .

ومن المهم الاشارة الى تأثير الكيماويات والملوثات الأخرى على نوعية المياه حيث اثر ذلك بشكل سيء على لون المياه وطعمها ورائحتها ، كما أدت الى عكر المياه من خلال تراكم كميات كبيرة من الطين والطمي التي تصل الى مصادر المياه عن طريق التعرية وانجراف التربة .

لون الماء *Water Colour*

يقصد بلون الماء هو ذلك التفاوت في الالوان الذي يبديه الماء نفسه والناجم عن المواد الغروية الذائبة فيه [39] . ويمكن قياس لون الماء بمقارنته مع الوان محلول قياسية محددة لهذه الغاية ، وتستعمل اوروبا مثلاً محلولاً قياسياً لقياس لون المياه يستند الى استعمال صبغة المثيل البرتقالي Methyl Orange القاعدية ، كما يستخدم جهاز التنتوميتر Tintometer الذي يستعمل الضوء الممتص او المنعكس من العينة [85] .

ويتغير لون الماء بسبب ما ترميه المصانع مثل الورق والحبر والاصباغ ، مما يترك تأثيرات بيئية على الوسط المائي مثل تخلل الضوء ، كما يعزى ذلك الى وجود مواد غير عضوية ملونة مثل مركبات الحديد والمنغنيز او مخلفات صناعية اخرى شديدة التلون ، والقيمة الموصى بها للون في مياه الشرب يجب ان تقل عن (< 15 وحدة لون حقيقي TCU) ، ويمكن ازالة اللون من الماء عن طريق الاكسدة الكيميائية ، بالاضافة الى طريقة الترشيح .

فمثلاً كانت مستويات اللون في السويد عام 1976 تتراوح ما بين (150- 5) وحدة لون حقيقي للمياه غير المعالجة ، وقد انخفضت الى (25 - 5) وحدة لون حقيقي عند معالجتها . وعادة ما يزيد لون المياه السطحية الطبيعية بزيادة الرقم الهيدروجيني (PH) ، كما تزيد كثافة اللون في عينات المياه برفع الرقم الهيدروجيني حيث ادى هذا التأثير الى اجراء قياسات اللون لضبط جودة المياه عند الرقم الهيدروجيني المعياري (PH = 7) [30,33].

طعم المياه *Water Taste*

يقصد بطعم الماء الاحساس الناتج عن التفاعل بين اللعاب والمواد الذائبة في الماء ، وتستجيب حاسة الطعم لتركيز (9 - 3)ملغم / لتر ، وتعتبر هذه الحاسّة هي الاكبر فائدة في الكشف عن المكونات اللاعضوية في الماء حيث توجد املاح مذابة في الماء كاملاح الحديد والمنغنيز والصوديوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والكالسيوم ، وتكون هذه المواد في الماء بشكل أيونات مثل (HCO_3^-, Cl^-, SO_4^{-2}, Na^+, Mg^{+2}, Ca^{+2}) وغيرها ، ويرمز الى هذه الايونات بالاضافة الى المواد الذائبة بـ (الملوحة ـ Salinity) وتقاس بصورة عامّة كأجزاء من المليون (ملغم / لتر) من المواد الصلبة الذائبة في الماء [64]. وتؤثر الملوحة على الكائنات البحرية كالاسماك ، وتزداد تراكيز الاملاح في الأنهار عن طريق الممارسات الزراعية ، وبسبب عمليات التبخر Evaporation والنتح Transpiration حيث يفقد الماء نسبة مئوية عالية عندما ينتشر فوق التربة مما يؤدي الى زيادة تركيز الاملاح في الماء المتبقي ، ومن الضروري عدم السماح لهذه الاملاح بالتراكم لان ذلك يضر بالمحاصيل الزراعية ، ولذلك من يُستعمل 33 % من مياه الري لغسل الاملاح وتقليل تركيزها . ويبين الجدول (11 - 3) تركيزات المكونات غير العضوية لمياه البحر :

جدول (11 - 3)

الايونات	التركيز (غم / كيلوغرام)	النسبة المئوية (٪) بالوزن
أيون الكلوريد Cl^-	18.980	% 55.04
الكبريتات SO_4^{-2}	2.649	% 7.69
الصوديوم Na^+	10.556	% 30.61
البوتاسيوم K^+	0.380	% 1.10
المغنيسيوم Mg^{+2}	1.272	% 3.69
الكالسيوم Ca^-	0.400	% 1.16
غيرها	0.245	% 0.72
المجموع	34.482	% 100

تركيزات المكونات الاساسية غير العضوية لمياه البحر [30]

إن تجاوز النسب العالمية لمياه الشرب لايونات الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2} والصوديوم Na^+ والبوتاسيوم K^+ يؤثر على طعم المياه ، ويبين الجدول رقم (12 - 3) هذه النسب

جدول (12 - 3)

الايون	النسب العالمية لمياه الشرب
Ca^{+2}	100 ملغم / لتر
Mg^{+2}	30 ملغم / لتر
Na^+	100 ملغم / لتر
K^+	300 ملغم / لتر
SO_4^{-2}	250 ملغم / لتر

النسب العالمية لبعض الايونات في مياه الشرب [مصادر متعددة]

ولا يسمح تذوق طعم الماء الا في حالة التأكد من عدم وجود خطورة على صحة المتذوق وتتوقف حدة الطعم ايضاً على درجة الحرارة حيث يزداد معدل نمو الكائنات المجهرية التي قد تنتج بعضها مستقلبات Metabolites سيئة الطعم في درجة الحرارة العالية ، ويزداد معدل التآكل Corrosion ذات الطعم اللاذع ، وللطعم تأثيرات على صحة الانسان ، ولقد تبين في هولندا مثلاً ان الماء ذا الطعم اللاذع ادى الى الانصراف عن استهلاك مياه الحنفية علماً ان طعم الماء لا يقدم اي ضمان بان هذا الماء خال من الكيماويات غير العضوية السامة او الجراثيم ، كما ان وجود أيونات المعادن (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Fe^{+2}) تتسبب في عسر الماء Water Hardness وان الانتقال من حالة يسر الماء الى عسر الماء وبالعكس يسبب اضطرابات معوية . [30,33,51,85]

ويبين الجدول (13 - 3) عتبات الطعم في عينات الماء المقطر عند ضبط قيمة الرقم الهيدروجيني (PH = 7) .

جدول (13 - 3)

عينـات المـاء المقطـر	عتبة الطعم (ملغم / لتر)
الكلور *	0.02 - 0.29
الكالسيوم Ca^{+2}	100
المغنيسيوم Mg^{+2}	30
الصوديوم Na^{+}	100
البوتاسيوم K^{+}	300
الحديد Fe^{+2}	0.04
الزنك Zn^{+2}	4.3

عتبة الطعم لعينات من الماء المقطر [مصادر متعددة]

رائحة الماء Water Odour

يمكن تعريف رائحة الماء بانها الاحساس الذي ينتج عن وجود مواد ضغط بخار محسوس ينبه أعضاء الانسان الحسية في تجاويف الانف والجيوب ، وعادة ما تستجيب حاسة الشم لتركيزات قليلة جداً تتراوح ما بين (9 - 3) ملغم / لتر او اكثر [33] . ومن المهم تحديد درجة حرارة الماء عند قياس كثافة الرائحة ، لان كثافة الرائحة ترتبط بضغط بخار المادة المسببة للرائحة ، وهناك بعض الكيماويات المثيرة للقلق بسبب خواصها السامة حيث يعزى التغير في رائحة الماء الى وجود فضلات لبعض الغازات المذابة في الماء مثل كبريتيد الهيدروجين (H_2S) وسيانيد الهيدروجين (HCN) الذي يأخذ خطره السام مفعوله في الماء اذا تجاوزت نسبته0.001 ملغم/لتر، إضافة الى المركبات العضوية المتطايرة خاصة في المسطحات المائية التي يكون تصريفها بطيئاً ، والروائح المنفره في مياه الشرب قد تكون ذا منشأ بيولوجي او صناعي ، فمثلاً ان تصريف المجاري الخام في البيئة المائية يعمل على تنشيط النمو البيولوجي الذي يكوّن نواتج ذات رائحة كريهة . ويمكن ان تنتج الروائح في المياه الراكدة في القطاعات ذات الجريان البطيء من شبكات التوزيع او مستودعات المياه الخام ، وقد تؤدي عمليات التنقية الى تحويل المواد ذات الروائح الضعيفة مثل (الامينات والفينولات) الى مواد ذات روائح قوية مثل (الكلور أمينات والكلور فينولات) .

كما ان وصول المخلفات العضوية الناشئة عن الصناعات الكيميائية يسبب رائحة كريهة اذا وصل تركيزها الى 0.01ملغم / لتر، علماً بان الماء الخالي من الرائحة يجب ان لا يتجاوز تركيز هذه المركبات فيه عن 0.001 ملغم / لتر ، ومن هذه المركبات (2 - كلوروفينول 2 - chlorophenol) ومركب (4,2 - ثنائي كلوروفينول - 2,4 - Dichlorophenol) ومركب (6,2 - ثنائي كلوروفينول - 2,6 - Dichloro Phenol) ولهذه المركبات رائحة سيئة جداً ، كما ان قسماً من هذه المركبات تصل الى المياه كمبيدات حشرية [33] ويمكن استخدام محلول n - Butanol بمعدلات تركيز مختلفة كمادة للتدرب على الشم لتحديد رائحة الماء ، وفي حال استعمال الكلور في عمليات تنقية المياه فان رائحته تؤثر على الروائح الاخرى المتواجدة في الماء ، وللتخلص من الكلور الموجود في الماء تضاف مادة (ثيوسلفات الصوديوم $Na_2S_2O_3$) [85] .

وتستعمل طريقة الاختيار القسري Forced Choice Method لتحديد رقم الرائحة Odour Number عند درجة الحرارة العادية حيث ان الوضع المثالي لا يكون فيه لمياه الشرب أية روائح ملحوظة ، ويمكن قبول رقم لائحة لا يتجاوز(1 ≥ O. N.) . [33] .

الكدرة او عكر المياه Turbidity

عكر المياه هي الحالة الناجمة عن وجود مواد عالقة فيه ، وتتراوح المياه الطبيعية في مقدار عكورتها بين البحيرات الجبلية الصافية حيث تكون نسبة عكورة المياه منخفضة جداً وبين بعض الانهار التي تكون فيها مرتفعة . وباختصار فان عكر المياه عبارة عن مصطلح يستعمل ليصف درجة العتمة الموجودة في المياه بسبب وجود المواد والجزيئات العالقة فيه [39] .

وعكورة المياه هي قدرتها على بعثرة الضوء الساطع عليها [85] ، ويعود سببها في اي مسطح مائي الى عدة عوامل منها وجود المواد العالقة القادمة من ملوثات الفضلات الصناعية ودقائق المواد الغرينية والطينية وبعض الاحياء المائية كالهائمات المائية وهذه المواد يكون مصدرها مواد عضوية او غير عضوية [30,33,39,85] .

وبسبب تراكم الطمي والطين والجسيمات العضوية والكائنات المجهرية الاخرى تتلوث المياه مما يسبب عكر المياه ، وعلى سبيل المثال ان الكائنات المجهرية تعمل على ازدهار الطحالب الزرقاء والخضراء صيفاً في المياه السطحية ، ويعتبر الماء الاحمر من احدى الظواهر التي تتشكل بسبب حطام الطحالب الذي تسببه جراثيم الحديد في شبكات توزيع المياه [39,51] .

وقد يقل استيعاب السدود والخزانات بسبب تراكم كميات كبيرة من الطمي والطين فيها الذي ينساب مع مياه النهر عندما يصل الماء الراكد وراء الخزان . فمثلاً لقد نقصت السعة التخزينية لبحيرة اوستن في تكساس بنسبة 95 % جراء تراكم الطمي خلال 13 سنة ، كما يحجز السد العالي في اسوان ما يقارب 110 مليون طن من الطمي سنوياً ، وادى فقدان الطمي امام الخزان الى اضطراب التوازن بين التعرية التي كان يسببها النهر من جهة وترسب الطمي على جوانبه من جهة اخرى ، وتسود حالياً عملية التعرية وتتقوض الجسور وتتراجع شواطيء البحر المتوسط نحو الداخل

مهددة المدن الساحلية مثل الاسكندرية ، وتنهار حدود اليابسة لتسمح للبحر ان يفيض على بحيرات المياه العذبة ، واذا وصل تركيز الطمي في المياه الى 500 ملغم / لتر او اكثر فان ذلك يعمل على تهيج الجهاز الهضمي ، كما ان لزيادة عكر المياه تأثيراً سلبياً على الاحياء المائية فمثلاً ان مشكلة فوق التشبع بالنيتروجين تؤدي الى موت الاسماك ، وتؤثر الترسبات المتمثلة في حبيبات التربة والحبيبات الرملية والمعدنية التي تنجرف من اليابسة في المياه وتغيير نوعيتها . ويؤثر عكر المياه ايضاً على نمو النباتات البحرية من خلال التأثير في تقليل تخلل الضوء الذي يستعمل في عملية البناء الضوئي ، وبينت الدراسات ان تركيز 200 ملغم / لتر من المواد العالقة تسبب ضرراً لخياشيم الاسماك وتعيق من حركتها ونشاطها .

ويمكن معالجة عكر المياه بطريقة الترشيح (Filtration) او بالجمع ما بين التخثير والترسيب والترشيح من اجل الحفاظ على مستوى اقل من عكورة المياه ، ويفضل ان يكون اقل من وحدة عكر بمقياس الكدر Nephelometric Turbidity Unit (NTU) وهذه الطريقة تقيس شدة الضوء المشتت عند زاوية 90 درجة على مسار الضوء الوارد الى عينة الماء ، ويقوم مبدأ جهاز العكورة Turbidity Meter على اساس اختراق حزمة ضوئية لعينة المياه فتتبعثر الاشعة بسبب المواد المسببة لعكر المياه ، وبالتالي يمكن قياسها بواسطة خلية ضوئية تعطي وحدة العكورة [30,33,39,85] .

كما توجد طريقة ثانية لقياس عكر المياه باستخدام جهاز جاكسون Jakson Candle Method (JTU = Jakson Turbidity Unit) ويمثل هذا الجهاز شمعة قياسية او مصباحاً كهربائياً بقوة معلومة وثابتة توضع فوقها وعلى مسافة ثابتة انبوبة زجاجية مدرجة بالمليمتر داخل انبوبة نحاسية بدون قاعدة ، ويسكب الماء تدريجياً في الانبوبة الزجاجية حتى يختفي ضوء الشمعة او المصباح الكهربائي ثم تقرأ ارتفاع المياه داخل الانبوبة بالميلمتر ، اذ كلما زادت العكورة قل ارتفاع الماء في الانبوبة والعكس صحيح ، ويراعى اجراء الفحص بعيداً عن الضوء حتى لا تتأثر النتائج ويستعمل ايضاً جهاز آخر يسمى Relative Irradiance Meter لقياس عكر المياه [30,39,85] .

ويشكل وجود عكر المياه عائقاً عند الكشف عن الجراثيم والفيروسات في مياه الشرب ، فمثلاً ان الجسيمات سواء أكانت عضوية او غير عضوية او نتجت عن

الاحياء المجهرية يمكن ان تحمي الجراثيم والفيروسات من فعل المطهرات ، حيث تبين وجود جراثيم قولونية في المياه التي يتراوح العكر فيها ما بين(84 - 3.8) وحدة عكر بمقياس (NTU) [33,51] .

3 - 7 التلوث الحراري Thermal Pollution

يقصد بالتلوث الحراري ارتفاع درجة حرارة المياه لأي سبب مما يؤدي الى التأثير على التوازن البيئي لذلك المسطح المائي من خلال تأثيره على العمليات الايضية للاحياء المائية التي قد تحد من نشاطها او تؤدي الى قتلها .

إن تزايد الطلب على الطاقة لدى بعض الدول يؤدي الى زيادة في التلوث الحراري ، حيث يستخدم الماء كمبرد في محطات توليد الطاقة وفي بعض العمليات الصناعية الاخرى ، كما ان بناء المولدات الحرارية والنووية على ضفاف الانهار والشواطيء تسهم في رفع درجة حرارة الماء . وقد لوحظ ان الانهار الملوثة حرارياً لا تحتوي مياهها على الاسماك واللافقريات عند وصول درجة حرارة المياه الى 50 درجة مئوية او اكثر ، ومن الامثلة على ذلك ما حصل في بعض انهار شمال امريكا التي وصلت حرارتها درجة الغليان اكثر من مرة عند قياس درجة الحرارة مما أدى الى انعدام الحياة فيها [30,33,44] .
وهذه الانشطة الصناعية تؤدي الى ارتفاع درجة حرارة مياه الانهار والبحيرات بسبب الاستهلاك الكبير للمياه ، فمثلاً ان انتاج طن واحد من الاسمدة النيتروجينية يحتاج الى6000 متر مكعب ، كما يتطلب انتاج طن واحد من الحديد ما مقداره 300 متر مكعب من المياه في عمليات الحفر والتصنيع والتبريد والعمليات الاخرى .

إن ارتفاع درجة حرارة المياه يؤدي الى تغييرات كبيرة في الحياة المائية حيث تقل كمية الاكسجين المذاب في الماء ، مما يسبب نقصاً في القدرة على التنقية الذاتية للمياه ، وقد تبيّن لنا في موضع سابق الخطورة المترتبة عن نقص كمية الاكسجين المذاب في الماء على الكائنات وتلوث البيئة المائية بشكل عام ،كما جرت الاشارة الى التحليل البيولوجي Biodegradable للمواد العضوية هوائياً ولا هوائياً وتفاعلاتها بوجود الاكسجين او غيابه ، إضافة الى ان ارتفاع درجة حرارة المياه يؤدي الى تحلل الملوثات الايونية مثل ايون السيانيد (CN^-) وايون الامونيوم (NH_4^+) ، فالامونيا (NH_3) في المحلول المائي يشكل حالة اتزان بين جزيء الامونيا من جهة

وايون الامونيوم وايون الهيدروكسيد (OH^-) من جهة ثانية ، ويعتبر جزيء الامونيا ساما جداً بالنسبة للكائنات البحرية ، كما يعتبر ايون الامونيوم متوسط السمية .

$$NH_3 + H_2O \rightleftharpoons NH_4^+ + OH^- \quad .... (73)$$

وهناك الكثير من البحيرات التي توقفت فيها الحياة بسبب التلوث الحراري الناجم عن مخلفات المصانع مثل بحيرة اورتا الايطالية التي توقفت فيها الحياة منذ اكثر من ستين عاماً ، وبحيرة ايري Erie الامريكية التي يقذف فيها سبعة ملايين متر مكعب من المياه المستعملة من المدن المحيطة وثلاثة ملايين متر مكعب من المياه الملوثة الساخنة الناتجة عن استعمال الصناعة .

3 - 8 معالجة المياه Water Treatment

بسبب الطلب المتزايد على المياه في مختلف الانشطة من جهة وبسبب الاهدار والتبذير في استعمالات المياه الذي يشكل نمطاً سلبياً يلحق بهذه الثروة الحيوية والمهمة تهديداً حقيقياً يتمثل في نزف هذه الموارد ونضوبها من جهة ثانية ، فقد عملت معظم الدول المتطورة صناعياً على وضع قوانين وتعليمات وضوابط من اجل صيانة مواردها المائية ، ويتمثل ذلك بضرورة خلو مياه الشرب من جميع اشكال المواد الكيميائية والبكتيريا والعناصر المشعة ، وخلوها من اللون والطعم والرائحة وغيرها من الملوثات ، علماً ان المياه التي بحاجة الى معالجة تشكل كميات كبيرة من مجموع المياه المستعملة تشكل نسبة مياه الشرب 1 % ، والمياه المستعملة لطبخ الاطعمة 3 % ، ولغسيل الثياب 13 % ، ولجلي الاوعية 13 % ، و وللدورات المياه والتواليت والحمام 40 % ، بالاضافة الى ري المزروعات وغسيل السيارات وغيرها من الاستعمالات الاخرى . والمتأمل في هذه الارقام يستنتج ان اكثر من 70 % من هذه المياه بحاجة الى معالجة واعادة استعمال .

ويعالج في الاردن حوالي 85 % من مجموع المياه العادمة التي تنتج ، ويستعمل حوالي 85 % من المياه المعالجة التي يبلغ مجموعها 40 مليون متراً مكعباً سنوياً في الزراعة استعمالاً مباشراً وغير مباشر ، ولهذه الغاية يمتلك الارن اربع عشرة محطة تنقية للمياه العادمة ويتم حالياً انشاء اربع محطات اخرى [65]* .

* موفق الصقار - مبادىء الاستراتيجية الوطنية لقطاع المياه العادمة في الاردن - دراسات بيئية 1993 [65] .

ويبين الجدول رقم (14 - 3) معدلات معالم نوعية المياه المعالجة في محطات التنقية في الاردن .

جدول (14 - 3)

اسم المحطة	نظام التنقية	BOD mg/L	COD mg/L	TSS mg/L	TDS mg/L	NH_4^+ mg/L	NO_3 mg/L	Fec.Col 100 ml	الكفاءة %(3)	الاستنتاج	كلفة تنقية 1 م³ بالفلس
السمراء	*	104	361	175	1160	103	10.8	3846	87	غير مقبولة بيئياً	9
الرمثا	*	154	494	263	1156	119	3.3	1500	86	غير مقبولة بيئياً	76
اربد	***	43	146	43	1007	68	35	98840	95	مقبولة بيئياً	70
كفرنجه	**	34	146	46	974	30	110	3198	95	مقبولة بيئياً	200
المفرق	*	220	586	224	1068	142	106	28840	71	غير مقبولة بيئياً	56
جرش	***	13	9	27	790	33	4.2	601	99	مقبولة بيئياً	-
البقعة	**	115	388	98	1075	113	0.93	38330	88	غير مقبولة بيئياً	64
ابو نصير	***	15	83	57	900	4.6	221	222	99	مقبولة بيئياً	117
السلط	***	14	78	24	763	3.1	40	262	98	مقبولة بيئياً	56
مادبا	*	88	591	293	1221	125	1.1	25201	81	غير مقبولة بيئياً	66
الكرك	**	57	209	78	837	47	6.3	302	91	مقبولة بيئياً	138
الطفيلة	**	49	160	44	806	65	5.5	1272	94	مقبولة بيئياً	248
معان	*	72	293	103	1312	68	1.6	5228	94	غير مقبولة بيئياً	71
العقبة	*	50	127	80	959	10	0.9	103	88	مقبولة بيئياً	35
مطار الملكة علياء	***	11	85	24	870	5.7	95	787	-	مقبولة بيئياً	-
المدينة الصناعية	***	28	159	80	1711	11	22.4	-	-	مقبولة بيئياً باستثناء الناحية الكيماوية	-
مصفاة البترول	***	27	108	111	1400	8.8	25	1253	-	مقبولة بيئياً	-
المدينة الطبية	***	22	134	56	746	4.2	47	98	-	مقبولة بيئياً	-
جامعة مؤتة	***	55	147	100	798	30	79	-	-	مقبولة بيئياً	-

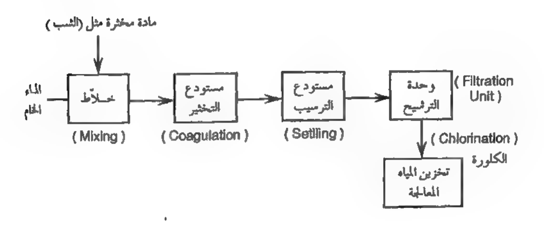
تابع جدول (14 - 3)

اسم المحطة	نظام التنقية	BOD mg/L	COD mg/L	TSS mg/L	TDS mg/L	NH_4^+ mg/L	NO_3^-	Fec.Col 100 ml	الكفاءة %(3)	الاستنتاج	كلفة تنقية 1 م³ بالفلس
جامعة العلوم والتكنولوجيا	***	21	119	29	731	3.3	89	2400	-	مقبولة بيئياً	-
سواقة	***	21	74	19	747	40	0.5	1100	-	مقبولة بيئياً	-

معدلات معالم نوعية المياه المعالجة في محيطات التنقية في الاردن [70]

لذلك فان معالجة المياه باتت ضرورة ملحة لاعادة استخدامها في امور الزراعة والاستخدام المنزلي والصناعة حيث تستخدم محطات التنقية ، ويبين الشكل رقم (14) تخطيطاً انسيابياً لمحطة معالجة المياه [64] .

شكل (14)



---

* نظام التنقية الطبيعية .

** نظام المرشحات البيولوجية .

*** نظام الحمأة المنشطة .

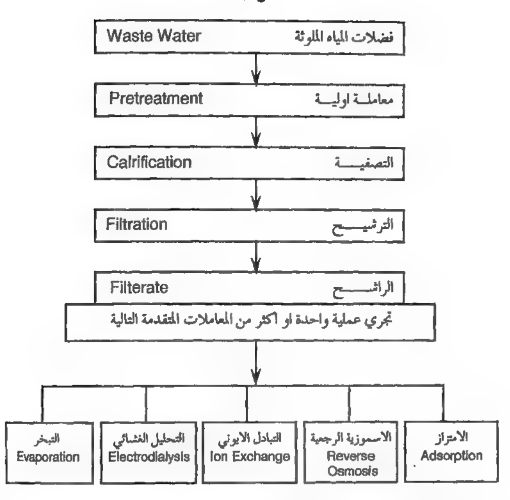
ويضاف للخلاط مادة مخثرة مثل الشب ، وتخلط بسرعة حيث تساعد هذه المادة الجزيئات الغروية على الالتصاق بعضها مع بعض عند تلامسها وتتجمع في مستودع التخثير ويمر الماء الى حوض الترسيب ويترك في احسن الظروف من (4 - 2)ساعات ، وبعد ذلك تصل المياه الى وحدة الترسيب ويتم عندها إزالة الجزيئات الصلبة العالقة ومعظم اللون و 98 % من البكتيريا ، وتعتبر الكلورة الخطوة الاخيرة في معالجة المياه قبل تخزينها وتوزيعها [64] .

ومن الطرق المستخدمة في إزالة الملوحةDesalination وطريقة التقطير Distillation والاسموزية الرجعية Reverse Osmosis والتبادل الايوني Ion Exchange والتحليل الغشائي الكهربائي Electrodialysis ، ويتوقف استخدام الطريقة المناسبة على كمية الماء المراد الحصول عليه وتركيز الاملاح وما يتوفر فيها من مصادر الطاقة [64] .

ولمعالجة مياه المجاري تستخدم طريقة المعالجة الاوليةPretreatment Process ويتم فيها الترشيح والغربلة الميكانيكية وعزل المواد الصلبة القابلة للركود ، وبعد ذلك تستخدم عملية الكلورة لتطهير المياه المعالجة ومن ثم تصل الى مستودع التخزين . والطريقة الثانية هي المعالجة الثانوية Secondary Process ويتبع في هذه الطريقة نفس خطوات طريقة المعالجة الاولية بدون كلورة كخطوة اولى ، وتوفر هذه المعالجة الظروف المناسبة للاكسدة البيولوجية للفضلات العضوية بما يماثل ما يحدث في الطبيعة الى حد كبيرحيث تزيل 90 % من الأجزاء الصلبة العالقة ،كما يتم إزالة 50 % من النيتروجين و 30 % من الفسفور ، ولكنها تؤدي الى انخفاض الاكسجين المذاب في المياه المستقبلة . وتستخدم ايضاً طريقة المعالجة الثالثية Tertiary Process ولها كفاءة في إزالة المواد الغذائية وتحسين إزالة المواد الصلبة ، وتشمل طرقاً كيميائية مثل (النيترة البكتيرية او انتزاع النيتروجين البكتيري) وتعرف الطريقة الثالثية كذلك بالطرق المتقدمة في معالجة فضلات المياه على اعتبار انها متقدمة على الطرق الثانوية في المعالجة [64] .

ويبين الشكل رقم (15) مخططاً لتسلسل إجراء عمليات المعالجة التي تهدف الى إزالة المواد الطافية والعالقة الكبيرة الحجم [44] .

شكل (15)



وتستعمل عملية التصفية لازالة كميات إضافية من المواد الصلبة المتبقية بعد العملية الابتدائية وتضاف الكيماويات مثل الشب وكلوريد الحديديك لتساعد على تكتل المواد الصلبة العالقة وتركيدها بالاضافة الى ازالة كافة المواد العالقة تقريباً .

وفي عملية الترشيح التي تتكون وحدتها من مزيج من الرمل والفحم يتم إزالة كافة الدقائق التي بقيت عالقة من التركيد . وبالنسبة لعمليات المعاملة المتقدمة التي يلخصها الشكل اعلاه فانه يستعمل في عملية الامتزاز مواد لها القدرة على سحب بعض المواد المذابة غير المرغوب فيها والروائح والالوان ، ومن هذه المواد مادة الفحم المنشط Activated Charcoal حيث ان لهذه المادة القدرة على امتزاز 98 % من المواد العضوية المذابة والروائح والالوان .

ويستعمل في عملية الاسموزية الرجعية اغشية نصف نفاذة - Semi Permeable Membranes لازالة المواد العضوية واللاعضوية المذابة في المياه ، وما يحدث في هذه الطريقة يكون معاكساً لما يحدث في ظاهرة التنافذ الطبيعية ، ويتم سحب الماء النقي من المحلول الذي يحتوي على املاح مذابة فيه ، وذلك بتسليط ضغط أعلى من الضغط الاسموزي الطبيعي للمحلول وباتجاه معاكس للحركة الاسموزية ، اي بنفس اتجاه الماء الملوث ويتم في هذه الطريقة إزالة 95 % من من املاح عسر الماء و 90 % من الاملاح اللاعضوية المذابة ، كما تزال البكتيريا والفيروسات والسبورات بشكل تام .

وفي عملية التبادل الايوني يتم استبدال الاملاح غير المرغوبة المذابة مثل (Mg^{+2}, Ca^{+2}) المسؤولة عن العسر المؤقت Hardness Temporary او العسر الدائم Hardness Permenant بواسطة استبدالها باملاح اخرى غير ضارة ، وذلك باستعمال مادة راتنجية تحمل المواد غير المرغوب فيها . ويبين التفاعل الكيميائي ذلك:

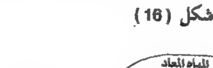
$$\begin{matrix} Ca \\ \text{أو} \\ Mg \end{matrix} \begin{bmatrix} H(CO_3)_2 \\ SO_4 \\ Cl2 \end{bmatrix} + \underset{\text{مادة راتنجية Resin حاملة للايون الموجب غير المرغوب}}{2\overset{*}{R}Na} \longrightarrow \underset{\text{المادة الراتنجية وهي تحمل الايونات الضارة}}{\begin{bmatrix} Ca \\ Mg \end{bmatrix} R_2} + \underset{\text{ايونات ذائبة غير ضارة}}{Na_2 \begin{bmatrix} HCO_3 \\ SO_4 \\ Cl_2 \end{bmatrix}} \quad \text{.......... (74)}$$

ملاحظة : (* $\Longrightarrow$ R = المادة الراتنجية Resin)

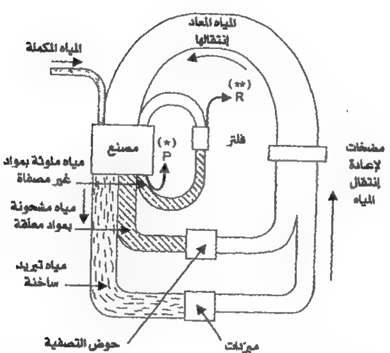
اما في طريقة التحليل الغشائي الكهربائي فتستعمل اغشية خاصة لازالة الاملاح من المياه الملوثة ، وتصنع الاغشية من مواد بلاستيكية معاملة كيميائية لاكسابها خواص ملائمة لتطبيق طريقة التبادل الايوني ، وهنا يتم حجز الايونات غير المرغوب به والمعاكسة في شحنتها لشحنة القطب الذي يتجمع بالقرب منه لحين تصريفها بطريقة ملائمة وبذلك يتم سحبها من المحاليل التي كانت مذابة فيها .

كما ويمكن التخلص من الاملاح غير الطيارة الموجودة مع فضلات المياه بواسطة التبخير حيث يتبخر الماء تاركاً الاملاح والفضلات الثقيلة وراءه وتستعمل هذه الطريقة في تحلية مياه البحر.

ويبين الشكل رقم (16) كيفية انتقال المياه في مصنع مع معالجتها وتجديدها [31] .



شكل (16)



صورة لاعادة انتقال او تسيير المياه في مصنع مع معالجتها وتجديدها [31]

(خسائر متنوعة **R= Residues ، * P= Pertes diverses)

وللسيطرة على انتشار الامراض من خلال المياه يستعمل جهاز معالجة المياه حيث يصبح ماء الشرب مأموناً أماناً تاماً قبل توزيعه ، وجهاز معالجة صرف المجاري حيث تخضع الفضلات لعمليات خاصة قبل اطلاقها الى الماء .

وتضاف بعض المواد الكيميائية الى مياه الشرب لضمان سلامتها وخلوها من التلوث بمسبباته المختلفة ، ويبين الجدول (15 - 3) قائمة باسماء بعض المواد الكيميائية المضافة والغاية من اضافة كل منها :

جدول (15 - 3)

اســم المـــادة	الغايـــة من إضافتهـــا
الكلور	لقتل البكتيريا والاحياء المجهرية الضارة .
الفوسفات	لتقليل تآكل الانابيب المعدنية .
مركبات اللفلور	لتقليل نخر الاسنان .
الفحم المنشط (الكربون)	لتحسين الطعم وازالة الرائحة .
الشب (Alum)	لتركيد المواد العالقة .
اللايم (CaO)	لمساعدة الشب في التركيد ولتقليل تآكل الانابيب المعدنية .
الامونيا (NH_3)	للتفاعل مع الزيادة من الكلور وازالة رائحته ،كما ان المركب كلور امين (NH_2Cl) الذي يتكون من التفاعل هو معقم اكثر ثباتاً من الكلور .

بعض المواد الكيميائية في اعداد مياه الشرب وفوائد كل منها [44]

ومن الطرق المستخدمة لمعالجة المياه استخدام الاوزون* ، ويتصف هذا الغاز بانه غير مستقر ويغلي على درجة حرارة (112 -) مئوية عند الضغط الجوي ، وكثافته اكبر من كثافة الاكسجين بمعدل (1.5) ضعفاً ، وتفوق ذائبيته في الماء ذائبية الاكسجين بمقدار (13) ضعفاً ، ويستطيع الاوزون اكسدة انواع عديدة من المواد العضوية ، وتتضمن انسجة جسم الانسان .

والاوزون غير مستقر في المحاليل المائية عند درجة حرارة (20) مئوية ، ويتراوح نصف العمر له في المحاليل المائية بين (30 - 20) دقيقة ، ويعتبر في الهواء اكثر استقراراً حيث يصل نصف العمر الى 12 ساعة ، وبسبب قوة الاوزون على التأكسد فانه يستعمل لمعالجة المياه ومنها تطهير البكتيريا وإزالة اللون والطعم والرائحة وإزالة المبيدات والمنظفات والفينولات والسيانيد ، ويستعمل ايضاً في قتل الطحالب وفي اكسدة الحديد والمغنيسيوم الذائب ، ويستعمل للحد من نشاط الفيروسات في المياه [51,60].

* تلوث المياه بالاشعاع (انظر في الفصل السادس ـ تلوث البيئة بالاشعاع) .

كما يستخدم الكلور في معالجة المياه لتطهيرها ويكون على شكل محلول في الحالة السائلة مثل السافلون وبتركيز7 % ويضاف ملعقتان كبيرتان لكل لتر مياه ويستعمل ايضا في الحالة الصلبة والحالة الغازية لتطهير المياه من البكتيريا والاحياء المجهرية الضارة [32,51] .

ويبين الجدول (16 - 3) طبيعة ومعدل كميات المواد المضافة في عملية تنقية واعداد مياه الشرب ومن ضمنها الكلور .

جدول (16 - 3)

اســم المــادة	* باوند (ليبرة) لكل مليون غالون**
مادة الشب (كبريتات اكسيد الالمنيوم)	90 - 110
مادة الفحم المنشط (عند استعماله)	10 - 100
اللايم (اكسيد الكالسيوم) (عند استعماله)	10 - 40
الكلــــور الابتدائـــــي	9 - 11
الكلـــــور النهائـــــي	1 - 1.5
سليكوفلوريد الصوديوم (عند استعماله)	9 - 12
الامونيـــــا الجافـــــة	2.0

طبيعة ومعدل كميات المواد المضافة في عملية تنقية واعداد مياه الشرب [44]

* 1 باوند = 0.4536 كغم .

** 1 غالون = 4.546 لتر .

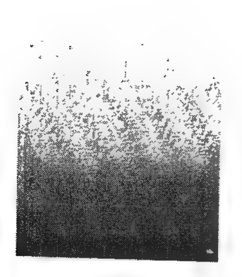


الفصل الرابع



تلــــوث التربــــة

Soil Pollution



تلوّث التربة

4 - 1 مكونات التربة وأنواعها

تتكون التربة من الماء والهواء والمعادن والمواد العضوية ، وهذه العناصر الاربعة مرتبة بنظام فيزيائي وكيميائي معقد بحيث تهيىء هذه المكونات قاعدة صلبة لتثبيت النباتات ، فضلاً عن تزويدها بمختلف احتياجاتها من المواد الاساسية لبناء أجسامها . ويعتبر الطين Mud محدداً لخواص التربة الفيزيائية والكيميائية والعامل الاساس في التفاعلات التي تتم داخل التربة .

ومن الصفات المهمة للتربة خاصية التبادل الايوني التي تتمثل في وجود الاعداد الهائلة من الشحنات الكهربائية السالبة المحيطة بالجسيمات المسطحة لسيلكات الالمنيوم $Al_2Si_2O_5(OH)_4$ المكونة للطين ،ممّا يجعل لهذه الجسيمات القابلية على جذب الايونات الموجبة الى سطحها ، وبمعنى آخر إن بناء الطين وحجم بلوراته الدقيق يجعل له القدرة على ربط الايونات الموجبة والايونات السالبة على سطوح هذه البلورات وتبادلها مع غيرها من الايونات الموجبة والايونات السالبة الموجودة في الوسط المحيط بها [36,37,59,67,73] .

وتعتبر التربة من المقومات الاساسية في الحياة ، فهي تحتوي على عناصر مهمة ومكونات ضرورية للانسان والحيوان والنبات ، اضافة الى أن محلول التربة يحتوي على أيونات سالبة Anions وأيونات موجبة Cations ، وهذه الايونات ضرورية جداً للنبات حيث يتم امتصاصها عن طريق الجذور من التربة ، ويبين الجدول رقم(1 - 4) مكونات التربة الأساسية والأيونات التي يحتويها محلول التربة.

جدول (1 - 4)

العنصر	الايونات
النيتروجين N	NH_4^+ , NO_3^- , NO_2^-
الفسفور P	HPO_4^{-2} , $H_2PO_4^-$
البوتاسيوم K	K^+
الكالسيوم Ca	Ca^{+2}

تابع جدول (1 - 4)

العنصر	الايونـات
المغنيسيوم Mg	Mg^{+2}
الكبريـت S	SO_4^{-2} , SO_3^{-2}
الصوديوم Na	Na^{+}
الحديـد Fe	Fe^{+2} , Fe^{+3}
المنغنيـز Mn	Mn^{+2} , Mn^{+3}
النحـاس Cu	Cu^{+} , Cu^{+2}
الزنـك Zn	Zn^{+2}
الموليبديوم Mo	MoO_4^{-2}
البـورون B	BO_3^{-2}

مكونات التربة الأساسية والايونات التي يحتوي عليها محلول التربة

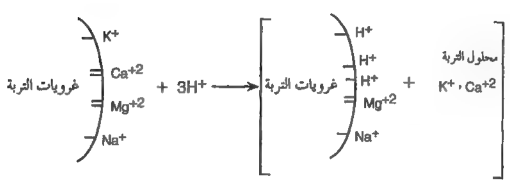
[مصادر متعددة]

ويوجد في التربة نوعان من الحموضة هما **الحموضة الحقيقية** Actual Acidity وهي تشمل تركيز فعالية أيون الهيدروجين في محلول التربة ، وهو ما يؤثر مباشرة على نمو الجذور والاحياء الدقيقة ، **والحموضة الكامنة** Potential Acidity وهي تمثل مجموع أيونات الهيدروجين في محلول التربة والايونات المدمّصة * منه على معقد التربة الغروي . وتقاس الحموضة الحقيقية للتربة باستخلاص راشح يستخدم فيه الماء المقطر ، ويتم قياس الـ (PH) فيه بواسطة جهاز (PH - Meter) . أما الحموضة الكامنة او الحموضة الكلية ـ كما تسمى ايضاً ـ فتستوجب طرد أيونات (H^+) من المعقّد الغروي باحلال أيونات اخرى محلها ، ثم استخلاص راشح التربة وقياس تفاعله بجهاز (PH - Meter) ، وغالباً ما يستعمل محلول كلوريد البوتاسيوم KCl لاستخلاص ايونات الهيدروجين من المعقّد الغروي [49,73] .

* يقصد بالادمصاص Adsorption : ارتباط الايون بالسطح الغروي لجسيمات الطين (Mud) .

كما ان درجة التغيّر في حموضة التربة ترتبط ارتباطاً وثيقاً بـ (السعة البفرية للتربة Buffering Capacity) ، ولهذا السبب فان الهيدروجين الناتج من الفعاليات وجزءاً كبيراً من هذه الغرويات تكون مشبعة بأيونات أخرى غير الهيدروجين ، ويبين الشكل رقم (11) كيف يتم التبادل الايوني بين ايونات الهيدروجين H^+ الموجودة في محلول التربة وبقية الايونات المدمصّة على غرويات التربة .

شكل رقم (11)



وتتراوح درجة تفاعل التربةSoil PH بين (10 - 3) اعتماداً على نوع التربة ، فمثلاً إن التربة التي تحتوي على حوامض ضعيفة مثل (HCO_3^-)وقواعد قوية (Na^+, K^+)تكون ذات درجة تفاعل مرتفعة نسبياً ($Soil\ PH > 8$) .

ودرجة تفاعل التربة Soil PH تعبير يقصد به ايضاح حالة تركيز أيون الهيدروجين [H^+] في التربة ويعبّر عنه بالعلاقة :

$$Soil\ PH = -\log [H^+]$$

علماً أن التربة أنواع :فهناك **التربة شديدة الحموضة** التي تحتوي على أيونات الالمنيوم AL^{+3} والهيدروجين H^+ ويكون الالمنيوم على شكل أيون ذائب أو على شكل كاتيونات الالمنيوم او كاتيونات هيدروكسيد الالمنيوم ، وتتراوح قيمة درجة تفاعل التربة (Soil PH) لهذا النوع من التربة ما بين (5 - 4) ، ويكون الالمنيوم المدمّص في حالة توازن مع المنيوم محلول التربة :

$$(75) \ldots\ldots\ldots\ Mud - AL \rightleftharpoons AL^{+3}$$

المنيوم ملمص — المنيوم محلول التربة

ويتفاعل ألمنيوم محلول التربة مع الماء مكوّناً هيدروكسيد الالمنيوم ويحرّر أيون الهيدروجين الذي يكون سبباً في حموضة التربة :

$$(76) \; .... \; AL^{+3} + 3H_2O \rightleftharpoons AL(OH)_3 + 3H^+$$

ألمنيوم محلول التربة ... هيدروكسيد الالمنيوم

كما أن الهيدروجين المدّمص يعمل على زيادة تركيز أيونات الهيدروجين $[H^+]$ في محلول التربة مما يزيد من حموضتها

$$(77) \; .... \; Mud - H \rightleftharpoons H^+$$

هيدروجين مدمص ... هيدروجين محلول التربة

وهناك نوع آخر من التربة ، **هو التربة متوسطة الحموضة** التي تحتوي على مصادر قاعدية تكون أعلى من محتوى الأتربة الحامضية وتتراوح قيمة درجة تفاعل التربة (Soil PH) بين (6 - 5) ، ويوجد الالمنيوم في هذا النوع على شكل هيدروكسيد الالمنيوم .

$$(78) \; .... \; AL^{+3} + OH^- \rightleftharpoons AL(OH)^{+2}$$

$$(79) \; .... \; AL(OH)^{+2} + OH^- \rightleftharpoons AL(OH)_2^+$$

$$(80) \; .... \; AL(OH)_2^+ + OH^- \rightleftharpoons AL(OH)_3$$

ويمكن لهذه الهيدروكسيدات ان تحرّر ايون الهيدروجين (H^+) في محلول التربة عند تفاعلها مع الماء :

$$(81) \; .... \; AL(OH)^{+2} + H_2O \longrightarrow AL(OH)_2^+ + H^+$$

$$(82) \; .... \; AL(OH)_2^+ + H_2O \longrightarrow AL(OH)_3 + H^+$$

ويوجد نوع ثالث من أنواع التربة هو **التربة المتعادلة والقاعدية** ، ومن اهم الايونات الموجودة في هذا النوع أيونات الكالسيوم Ca^{+2} والمغنيسيوم Mg^{+2} ، ولا تكون هناك سيادة لايونات الالمنيوم AL^{+3} وايونات الهيدروجين H^+ في هذا النوع من التربة ،حيث تحل القواعد محل الهيدروجين او الالمنيوم او كليهما مما يؤدي الى زيادة أيون الهيدروكسيلات OH^- ، وعند ذلك تكون درجة تفاعل التربة Soil PH

اكبر من 7 .

أما النوع الرابع من أنواع التربة فهو التربة الرطبة التي تمتاز بتساقط كميات كبيرة من الامطار عليها حيث يؤدي ذلك الى غسل للايونات الموجبة الذائبة في التربة ، ويحل ايون الهيدروجين H^+ محل الايونات الاخرى على سطوح معادن الطين مما يجعل صفة هذا النوع من التربة حامضية ، فتقل فيها درجة تفاعل التربة عن (Soil PH < 7) ، وتزداد حامضية التربة طردياً بزيادة احلال الهيدروجين محل الايونات الموجبة على سطوح التبادل [36,59,73] .

والنوع الاخير هو التربة الجافة وشبه الجافة التي تحتوي على كبريتيد الهيدروجين H_2S، وفي حالة استصلاح هذا النوع من التربة تزداد كمية الاكسجين وتتحسّن التهوية ، ويقوم الاكسجين هنا بأكسدة كبريتيد الهيدروجين فيتكون حامض الكبريتيك مصدراً للحموضة ، وتزداد درجة الحموضة (تنخفض قيمة PH)

(83) .... $H_2S + 2O_2 \longrightarrow H_2SO_4$

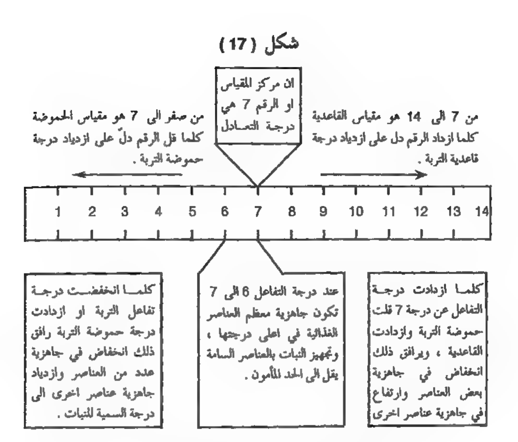
ويعتبر غاز ثاني اكسيد الكربون من أهم ما يذوب في التربة والذي يكوّن حامض الكربونيك H_2CO_3 ، وهي عملية كيميائية مهمة يتوقف عليها كثير من التفاعلات الكيميائية الاخرى ، وتؤثر على خواص التربة الكيميائية ودرجة تحللها ومن ثم جميع خواصها الاخرى ، ولعل ابرز هذه التأثيرات هو تغيّر درجة حموضة التربة تبعاً للضغط الجزئي لثاني اكسيد الكربون في هواء التربة وما يذوب منه في محلول الماء او محلول التربة .

(84) .... $CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3$

(85) .... $H_2CO_3 \rightleftharpoons H^+ + HCO_3^-$

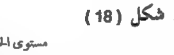
وفيما يلي شكل رقم (17) الذي يبين مقياس درجة تفاعل التربة (Soil PH) .

شكل (17)

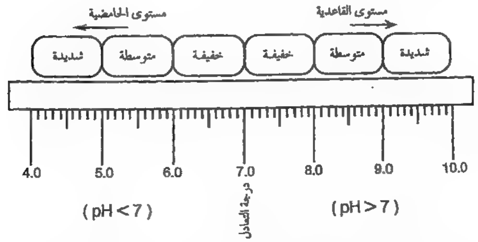


مقياس درجة تفاعل التربة Soil PH [36]

كما يبين الشكل رقم (18) مستوى الحامضية ومستوى القاعدية للتربة اعتماداً على قيم الرقم الهيدروجيني للتربة .



شكل (18)



مستوى حامضية التربة وقاعديتها اعتماداً على قيم تفاعل التربة Soil PH [36]

ان الدرجة المثلى لتفاعل التربة Soil PH تعتمد على طبيعة التربة ، وافضل درجة تفاعل للتربة العضوية هي التفاعل الحامضي ،كما تحتاج التربة المعدنية الى PH اكثر ارتفاعاً كلما ازداد المحتوى الطيني فيها ، حيث تكون فقيرة في محتواها الغذائي لبعض العناصر التي تقل جاهزيتها بارتفاع PH التربة مثل الفوسفات والزنك .

وتؤثر درجة تفاعل التربة على الاحياء المجهرية التي تعيش في التربة حيث تنمو الفطريات (Fungi) بشكل جيد في التربة الحامضية (PH < 5.5) ، وتنمو البكتيريا في التربة التي تكون فيها درجة التفاعل عالية (PH > 8) [49,73] .

2 - 4 مصادر تلوث التربة

تعد التربة عنصراً مهماً في الحياة ، فهي المصدر الذي يمدُّ الكائنات بالحياة من خلال ما ينبت فيها من زرع مختلف الوانه يلزم الانسان والحيوان كغذاء ليتمكن الكائن الحي من الاستمرار في الحياة . فالتربة اذاً هي مصدر السلة الغذائية التي تحفظ الأمن الغذائي للانسان انىّ وجد ، لذا فان المحافظة على التربة سليمة ونظيفة وقوية فيما تحتوي عليه من عناصر يعتبر حفاظاً على الحياة .

ومع هذا تمتد ايدي العبث والاستهتار الى تلويث عناصرالتربة بقصد او غير قصد ، مما اثّر على نوعية انتاجها ومدى جودته وصلاحيته للاستهلاك ، وانعكس ذلك بالتالي على مصادر الغذاء فأصبحت ملوثة . وتعتبر الكيماويات من اهم مصادر تلوّث التربة وخاصة مبيدات الآفات الزراعية والاسمدة الكيماوية حيث تشير الاحصائيات الصادرة عن منظمة الاغذية والزراعة الدولية الى وجود اكثر من 1000 مادة كيميائية تستعمل لإبادة الآفات الزراعية ، وتمتاز هذه المواد بخاصية التراكم في داخل التربة ، الامر الذي أدى الى موت وانقراض عدد كبير من الطيور والاسماك والحيوانات ، بالاضافة الى تراكمها في السلسلة الغذائية للكائنات الحيّة . كما تتلوث التربة بالفضلات المنزلية والصناعية الصلبة والسائلة ، والامطار الحامضية والاشعاع*.

وأذكر هنا أهم ملوثات التربة بشيء من التفصيل :

---

* تلوّث التربة بالاشعاع (انظر في الفصل السادس - تلوث البيئة بالاشعاع) .

3 - 4 تلوث التربة بالكيماويات الزراعية

بسبب الإكثار الخاطيء من استعمال الاسمدة الكيماوية والمبيدات الفطرية والحشرية أخذت الخصوبة بالتدهور ،حيث تترك بعض الاسمدة أثراً على التربة ، وأخرى لا تترك أي أثر على رقم حموضة التربة الذي يعتبر المؤشر الوحيد لظروف التربة العامة ، ويقصد بالحموضة : المادة التي تعطي بروتونات في الاوساط السائلة ومن ضمنها الماء ، ومصدر حموضة التربة يأتي من المادة العضوية وأطيان الالمنيوم السليكياتية وأكاسيد الحديد والالمنيوم المائية والالمنيوم المتبادل والاملاح الذائبة وثاني اكسيد الكربون [36,37,49,67,73] .

وقد وجد ان معظم الاسمدة النيتروجينية مثلاً ، لها تأثير في زيادة حموضة التربة في حين أن اسمدة الفوسفور والبوتاسيوم لا تترك أثراً على حموضة التربة او قاعديتها . كما ادى الافراط في استعمال هذه الكيماويات الى التأثير على التوازن الطبيعي مثل موت حيوانات وحشرات كانت تتطفل وتتغذى على حيوانات وحشرات أخرى ، ممّا حوّل هذه الاخيرة الى آفة زراعية ، واضطر الانسان الى استعمال مبيدات اكثر نوعية وقوة ، ونتج عن ذلك ظهور سلالات من هذه الطفيليات اكثر مقاومة للمبيدات ، وازدادت بالتالي كمية هذه المبيدات في البيئة ، كما انقرض العديد من الحشرات الملقّحة للازهار ، فأدى ذلك الى خلخلة النظام البيئي الزراعي ، بالاضافة الى خطورة هذه المبيدات التي تتركز في التربة وتبقى فيها ممّا يؤثر على خصوبتها وضعف نسبة عناصرها .

كما ان استعمال المبيدات أدى الى تركزّها في السلاسل الغذائية ، ومثال على ذلك .D.D.T حيث ان الجزيء الذي يسقط على سطح التربة يجري امتصاصه من قبل ديدان الارض التي ركزتها في جسمها ، وقد ادى استهلاك عصافير الشحرور المهاجرة لديدان الارض هذه الى ابادة قسم كبير منها نتيجة تسممها بـ .D.D.T الذي يؤثر في جهازها العصبي ويسبّب لها التشنج والشلل [26,194] .

وأذكر هنا ، حادث تلوّث مدينة سماردن Smarden في مقاطعة كنت Kent البريطانية بمادة فلورو إستياميد* Flu oro Acetamide وهي مادة سامّة قوية جداً

---

* الصيغة الكيميائية لمركب فلوروأسيتاميد : F—C(H)(H)—C(=O)—C—NH_2

كانت تستخدم كمبيد حشري عام 1963 ، وللتخلص من هذا المبيد اتخذت السلطات البريطانية إجراءات تمثلت بالعمل على إزالة التربة الملوثة كلها حيث كلّف ذلك الكثير من الاموال ، وقد ثبت فيما بعد أن بعض أنواع البكتيريا تكون قادرة على تحليل هذا المبيد الى مكونات غير سامّة مما يوفر حلاً سريعاً وفعّالاً [70] .

كما تؤثر الاسمدة الكيميائية على التربة حيث تتفاعل معها ، وتعمل هذه المواد الكيماوية إما على زيادة حموضة التربة او زيادة قاعديتها ، ويعتمد ذلك على نوعية الاسمدة المضافة ، فمثلاً الاسمدة النيتروجينية التي تحتوي على الامونيوم NH_4^+ تؤدي الى زيادة حموضة التربة نتيجة تحرّر أيونات الهيدروجين الموجبة (H^+) تؤدي الى زيادة حموضة التربة نتيجة تحرر أيونات الهيدروجين الموجبة (H^+) عند أكسدة الاسمدة النيتروجينية ، والتفاعل رقم (86) يبين ذلك :

$$(86) \ldots\ldots\ldots\ 2NH_4^+ + 4O_2 \longrightarrow 2NO_3^- + 4H^+$$

وكذلك الحال بالنسبة لاسمدة الكبريت مثل الكبريت وكبريتات الالمنيوم وكبريتات الحديد وغيرها حيث تكوّن هذه الاسمدة بتفاعلاتها حامض الكبريتيك داخل التربة ، ويقوم هذا الحامض بتحرير أيون الهيدروجين المسبّب للحموضة ، كما يتضح ذلك في التفاعلات الكيميائية التالية :

$$(87) \ldots\ldots\ldots\ \underset{\text{الكبريت}}{2S} + 3O_2 + 2H_2O \longrightarrow \underset{\text{حامض الكبريتيك}}{2\,H_2SO_4}$$

$$(88) \ldots\ldots\ldots\ \underset{\text{كبريتات الالمنيوم}}{AL_2(SO_4)_3} + 6H_2O \longrightarrow 2AL(OH)_3 + 3H_2SO_4$$

$$(89) \ldots\ldots\ldots\ FeSO_4 + 2H_2O \longrightarrow Fe(OH)_2 + H_2SO_4$$

ويتحلل حامض الكبريتيك داخل التربة مكوّناً أيون الهيدروجين المسؤول عن حموضة التربة :

$$(90) \ldots\ldots\ldots\ H_2SO_4 \longrightarrow H^+ + HSO_4^-$$

$$(91) \ldots\ldots\ldots\ HSO_4^- \longrightarrow H^+ + SO_4^{-2}$$

هذا بالاضافة الى الاسمدة العضوية المضافة الى التربة التي تسبّب الحموضة لها ، حيث ان الكربون و النيتروجين والكبريت تعتبر من اهم مكونات المادة العضوية ،

والتفاعلات الكيميائية التالية توضّح ذلك :

$$C \longrightarrow CO_2 \quad \text{......... (92)}$$

كربون عضوي ← ثاني اكسيد الكربون

$$CO_2 + H_2O \longrightarrow H_2CO_3 \longrightarrow (H^+ + HCO_3^-) \quad \text{......... (93)}$$

حامض الكربونيك

$$N \longrightarrow NH_3 \quad \text{......... (94)}$$

نيتروجين عضوي ← الامونيا

$$NH_3 + 2O_2 \longrightarrow H_2O + HNO_3 \longrightarrow (H^+ + NO_3^-) \quad \text{......... (95)}$$

أيون النترات

$$S \longrightarrow H_2S \quad \text{......... (96)}$$

كبريت عضوي ← كبريتيد الهيدروجين

$$H_2S + 2O_2 \longrightarrow H_2SO_4 \longrightarrow (2H^+ + SO_4^{-2}) \quad \text{......... (97)}$$

حامض الكبريتيك

ونلاحظ في التفاعلات (93) ، (95) ، (97) تحرّر أيون الهيدروجين H^+ الذي يزيد من حموضة التربة ، كما أن النترات NO_3^- التي تشكلت في التفاعل (95) لها تأثير سام جداً حيث تذوب بسهولة في المياه ، وتأخذها مياه الامطار ممّا يؤدي الى تلوّث المياه السطحية والبحيرات او تمتصها بعض انواع النباتات مثل السبانخ وتتخزن في جسمها حيث وجد أن السبانخ تحتوي على3.5 غرام من النترات NO_3^- في الامعاء وتتحوّل الى نيتريت NO_2^- وهي سامّة جداً ، وأن الكمية الزائدة من النترات تدخل اضطراباً في وظائف النباتات حيث تنخفض ازهارها وتعطي كميات اقل من الثمار والبذور [58,67,160,194] .

ويضاف في التربة الشديدة الحموضة كربونات الكالسيوم (اللايم)$CaCO_3$، وذلك للتخلص من الحموضة في التربة والعمل على تحسين خواص التربة المختلفة حيث تتهيأ ظروف جيدة لنمو النباتات ونشاط الاحياء الدقيقة ، كما ان الكالسيوم يعمل على تجميع غرويات التربة Coagulation Soil Colloids ويحسّن من بناء التربة ويزيد من تصريف ماء التربة وتهويتها .

وتكون كربونات الكالسيوم عملياً غير ذائبة في الماء النقي علماً أن نسبة

ذائبيتها في الماء هي (1 جزء من $CaCO_3$: 10000 جزء من H_2O) ، وذائبيتها في المياه المحتوية على ثاني اكسيد الكربون CO_2 تصل الى (60 جزء من $CaCO_3$: 100000 جزء من H_2O) ، وهنا يتأثر ثاني اكسيد الكربون الموجود في محلول التربة وتتحول كربونات الكالسيوم $CaCO_3$ الى بيكروبونات الكالسيوم الذائبة $Ca(HCO_3)_2$:

(98) .... $CaCO_3 + H_2O + CO_2 \longrightarrow Ca(HCO_3)_2$

(99) .... $Ca(HCO_3)_2 + 2H_2O \longrightarrow Ca(OH)_2 + 2H_2O + 2CO_2$

ومن التفاعل (100) نستنتج ان تركيز أيونات الهيدروكسيل (OH^-) والكالسيوم (Ca^{+2})تزداد في محلول التربة الذي يحتوي على بيكروبونات الكالسيوم :

(100) .... $Ca(OH)_2 \longrightarrow Ca^{+2} + 2OH^-$

ويتم معادلة حموضة التربة عن طريق أيونات الكالسيوم Ca^{+2} التي تعمل على فصل أيونات الهيدروجين H^+ من على سطوح المعقد للتربة :

(101) .... المعقد الغروي للتربة $\left]\begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix}\right. + Ca(OH)_2 \longrightarrow$ المعقد الغروي $\left]\begin{matrix} Ca \\ H \end{matrix}\right. + 2H_2O$

وتتفاعل كربونات الكالسيوم (اللايم) مع الحوامض العضوية والحوامض الحرة مثل حامض النيتريك HNO_3حيث يعمل ايضاً على معادلة حموضة التربة التي تحتوي على هذه الحوامض :

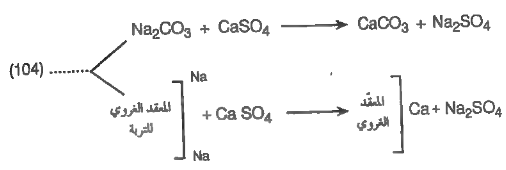
(102) .... $2RCOOH + CaCO_3 \longrightarrow (RCOO)_2Ca + H_2O + CO_2$

حامض عضوي

(103) .... $HNO_3 + CaCO_3 \longrightarrow Ca(NO_3)_2 + H_2O + CO_2$

حامض النيتريك — نترات الكالسيوم

كما تستخدم كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس) $CaSO_4 . 2H_2O$ لمعالجة التربة القلوية التي تكون فيها درجة تفاعل التربة (Soil PH > 8) حيث تحل ايونات الكالسيوم Ca^{+2} محل ايون الصوديوم Na^{+} في المعقد الغروي ممّا يساعد على تحسين خواص التربة الفيزيائية التي تسمح للصوديوم والاملاح الذائبة لتغسل من التربة .



وعند ظهور كميات كبيرة من كبريتات الصوديوم Na_2SO_4 في محلول التربة ، فانها تكون مصدراً ضاراً على نمو وتطور النباتات ، ويقتضي التخلص من ملح كبريتات الصوديوم الذائب عن طريق عملية الغسل بواسطة مياه الري الكثيفة وخصوصاً في التربة التي تزيد فيها نسبة الصوديوم عن 20 % .

ويستخدم ايضاً حامض الكبريتيك لمعادلة التربة القاعدية ، وتتم التفاعلات الكيميائية في هذه الطريقة بمرحلتين كما يبين ذلك التفاعلان (105) و (106).

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \longrightarrow CaSO_4 + CO_2 + H_2O \quad \text{......... (105)}$$

حامض الكبريتيك — كربونات الكالسيوم — كبريتات الكالسيوم

$$Na_2CO_3 + CaSO_4 \longrightarrow CaCO_3 + Na_2SO_4$$

$$\left.\begin{matrix} Na \\ \text{المعقّد الغروي} \\ Na \end{matrix}\right] + Ca\,SO_4 \longrightarrow \text{المعقّد الغروي}\Big]\, Ca + Na_2SO_4 \quad \text{........ (106)}$$

وتستخدم مواد اخرى لمعادلة التربة القاعدية ، ويبين الجدول رقم (2 - 4) المواد المستخدمة لهذه الغاية :

جدول (2 - 4)

المادة المستخدمة	الصيغة الكيميائية
كبريتات الكالسيوم المائية (الجبس)	$CaSO_4 . 2H_2O$
حامـض الكبريتيـك	H_2SO_4
كبريتات الحديديك	$Fe_2(SO_4)_3 . 9H_2O$
كلورويد الكالسيوم	$CaCl_2 . H_2O$
نتـرات الكالسيـوم	$Ca(NO_3)_2 . H_2O$
سلفـات الالمنيـوم	$AL_2(SO_4)_3$

المواد المستخدمة لمعادلة التربة القاعدية [73]

ومن الاسمدة المستعملة ايضاً ، أسمدة عنصر الحديد مثل كبريتات الحديدوز $FeSO_4 . 7H_2O$ الذي يعتبر من اكثر اسمدة الحديد انتشاراً او استعمالاً في خصوبة التربة وتغذية النبات ، ولكن في التربة المغمورة بالماء يحصل اختزال للحديد من Fe^{+3} الى Fe^{+2} :

$$e^- + Fe^{+3} \longrightarrow Fe^{+2} \quad \text{.........} \quad (107)$$

وهذا يؤدي الى زيادة صورة الحديد الاكثر جاهزية لامتصاص النبات له والاكثر ذوباناً ،وقد تؤدي عملية الاختزال هذه عن طريق الكائنات الحية غير الهوائية الى زيادة تركيز الحديد الذائب في محلول التربة الى حد السمّية للنبات . وهنا ، يجب الابتعاد عن المفهوم الذي يعتبر التربة مخزناً ندخل فيه كميات كبيرة من الاسمدة الكيميائية المصنّعة ليستهلكها المحصول ، بل علينا ان نفكر بالتوازنات البيولوجية وبالسلاسل الغذائية التي تميّز الاجهزة البيئية التي تستطيع وحدها الاستمرار في المحافظة على خصوبة التربة ، ولا بدّ كذلك من تنظيم المكافحة الكيميائيـة للآفـات وتشجيـع المكافحـة الحيويـة والفسيولوجيـة والوراثيـة [36,37,67,73,140].

4 - 4 تلوّث التربة بالفضلات المنزلية والصناعية

لقد اصبحت معظم تُرب المدن ملوثة بالرصاص الناتج من مصادر عدة ، وبخاصة التلوث الصناعي والدهانات المستخدمة لطلاء الجدران المنزلية من الخارج ومن البنزين المستعمل كوقود لوسائل النقل ، بالاضافة الى تلوثها بالكثير من العناصر الثقيلة الاخرى مثل الحديد والنحاس والكادميوم ، حيث ان الارتفاع في تركيزات هذه العناصر يؤدي الى اصابة التربة بالحموضة ، كما ان هذه العناصر تتحول بفعل المياه الحامضية من أملاح غير قابلة للذوبان الى أملاح تذوب في المياه محدثة اضراراً جسيمة على الاحياء النباتية والحيوانية [14,62,63,143,148,173].

كما تتلوّث التربة عن طريق ري المحاصيل بمياه المجاري ومياه الانهار الملوثة التي تطرح فيها الفضلات المنزلية والصناعية ، وأن الاستمرار في استعمال هذه المياه الملوثة يؤدي الى هدم بنية التربة وانسداد مساماتها وبالتالي تخفيض تهوية الجذور وتسرّب الماء ، بالاضافة الى تملّح التربة على المدى الطويل بسبب نقص كمية المياه العذبة ، مما ينعكس على مردود المحاصيل الزراعية حيث تقل ، وتعمل المياه الملوّثة بالفضلات الصناعية ايضاً على تخفيض خصوبة التربة بسرعة وتحويلها الى أراض غير قابلة للزراعة .

وأدى تلوّث التربة بالفضلات الصناعية كذلك الى تدهور في النبت الطبيعي وخصوصاً في الغابات ، ممّا أثر على التربة حيث تتعرى وتصبح عرضة للانجراف الشديد بواسطة مياه الامطار والرياح ، وهذا يقود ايضاً لتحويل المراعي الى أراض قاحلة ، كما أن التربة تصبح جافة وخاصة على المنحدرات لعجزها عن امتصاص مياه الامطار [12,74,86] .

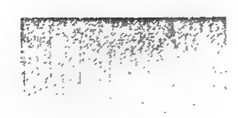
5 - 4 تلوّث التربة بالامطار الحامضية

سبق وأن أشرت في الفصل الاول الى كيفية تشكّل المطرالحامضي Acid Rain* حيث أن تصاعد غازات الاكاسيد المختلفة الى الجو مثل أكاسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين وأكاسيد الكبريت يؤدي الى تفاعلها مع قطرات بخار الماء ، وبالتالي تتساقط الامطار الحامضية على شكل حامض الكربونيك والنيتريك

* انظر في الفصل الاول - ظاهرة المطر الحامضي .

والكبريتيك ، وتعمل هذه الامطار على إحداث تغيير في طبقة الأرض الزراعية ، وتذيب عدداً من العناصر والمركبات التي تسري الى جوف التربة ، وقد تظهر في المياه الجوفية التي تستخدم في الشرب ، ومن الممكن ان تحتوي هذه المياه على عناصر ذائبة مثل الرصاص والزئبق والنحاس .

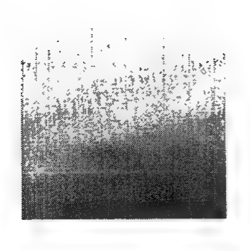
كما تعمل الامطار الحامضية على زيادة الحموضة في التربة حيث يقل مستوى الرقم الهيدروجيني في التربة (Soil PH) ، مما يؤثر على التربة وتخريب الطبقة السطحية فيها ، ويلحق الضرر في خصوبتها ويؤدي الى موت النباتات واصفرار اوراقها في بعض الأحيان .



الفصل الخامس

التلـــــوث الغذائـــــي

Nutrition Pollution



التلوث الغذائي

5 - 1 ما المقصود بالتلوث الغذائي ؟

كما لم تسلم التربة من مصادر التلوث البيئي ، فان ذلك انعكس بدوره على تلوّث الغذاء وخاصةً بسبب استعمال المبيدات في المزارع واستعمال الكثير من الكيماويات المصنّعة والمضافة الى الغذاء من اجل اطالة زمن حفظه او تحسين طعمه أو رائحته . ويرتبط التلوث الغذائي ارتباطاً مباشراً بتلوث الماء والتربة لانهما يشكلان القاعدة التي يتكون منها الغذاء ، حيث تنمو النباتات في التربة وتحتاج الى الماء كي تستمر بالنمو والحياة ، ويتغذى الحيوان على النبات ، فاذا كانت مصادر المياه والتربة والهواء ملوثة انعكس ذلك على الغذاء فصار ملوثاً .

ويتلوّث الغذاء ايضاً بسبب تعرضه للفساد بفعل عوامل حيوية تؤثر على الكربوهيدرات والبروتينات والدهون ، بالاضافة الى التغييرات التي تسببها الانزيمات والتغييرات التي تسببها الاكسدة والظروف المحيطة بالغذاء مثل درجة الحرارة والرطوبة وطرق النظافة السليمة .

يقصد بالتلوث الغذائي Nutrition Pollution « أي تغيير يطرأ على الغذاء ويكون ضاراً بالصحة ، ويكون سبب هذا التغيير فساد الطعام كيميائياً او بكتيرياً » . ويشمل التلوث الغذائي حالات التسمم والتلوث الكيميائي والبكتيري التي قد تحدث ايضاً عند صناعة الاغذية وحفظها ، وهناك مواصفات عالمية تحدد نوعية الاغذية ومحتواها الكيميائي التي تؤكد عدم وجود المواد الملوثه او وجود بعضها بكمية لا تتجاوز حداً معيناً مع مواصفات اخرى [24,25,52] .

ومشكلة تلوّث المواد الغذائية في منطقتنا العربية أصبحت تطفو على السطح خاصة بعد ارتفاع اصوات العلماء لمخاطر تلوث الغذاء على صحة المواطن العربي ، ومخاطر ذلك على الاجيال القادمة اثر وجود ارتباط واضح بين تلوث المواد الغذائية بالعناصر الثقيلة والمبيدات والنترات والنيتريت والمواد المكسبة للون والطعم والرائحة والنكهة والمواد الحافظة ، مما أدى الى ظهور حالات من التخلف العقلي وحالات الاجهاض عند النساء ، وحالات الاطفال المشوهين وحالات الاطفال ناقصي الوزن الى غير ذلك من العوامل التي تؤثر على الاجيال القادمة [65]* .

---

* أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ـ نحو استراتيجية اقليمية وعربية لحماية البيئة [65] .

2 - 5 تلوث الغذاء بالكيماويات

بسبب الاستعمال الكبير للاسمدة الكيماوية والمبيدات التي تنتقل الى الحيوانات عند تناولها للنباتات التي سبق رشها ، فقد أدى ذلك الى تخزين هذه المبيدات في أجسام هذه الكائنات خصوصاً في الاجزاء الدهنية التي تعتبر مصدراً لتجميع المبيدات ، كما تتركّز المبيدات في التربة ممّا ينعكس على السلسلة الغذائية ، وقد وجدت بقايا ليست قليلة من .D.D.T مثلاً في كل حلقات السلسة الغذائية ، ودلّت التجارب والتحاليل المخبرية على أن هذه البقايا تتركّز في قشور الجزر وفي نخالة القمح ، وهي تصل الى الانسان عن طريق أكل اللحوم والحليب حيث تتغذى الحيوانات على نخالة القمح او مباشرة عن طريق تناول الانسان للجزر ، ولقد اصبحت الخضار والفواكه اكثر عرضة للتلوث بفعل هذه الكيماويات التي لها تأثير تراكمي مما يلحق أضراراً خطيرة في صحة الانسان مثل السرطان والفشل الكلوي [60,141,160,194] .

ومن متبقيات المبيدات ايضاً مبيد الميثل بروميد (CH_3Br) حيث يتم تعريض التربة لبخار هذا المبيد Soil Fumigation مما يؤدي الى تشكل أيون البروميد Br^- ، كما تتجمع هذه المتبقيات في المحاصيل التي تنمو في التربة ، ولقد بيّن احد التقارير وجود متبقيات لايون البروميد في المحاصيل التي تم زراعتها في بريطانيا ، وتم تحديد تركيز الميثل بروميد الذي وصل الى (100 ملغم / كغم) في حين ان الحد المسموح به لا يتجاوز 5 ملغم / كغم [160,194] .

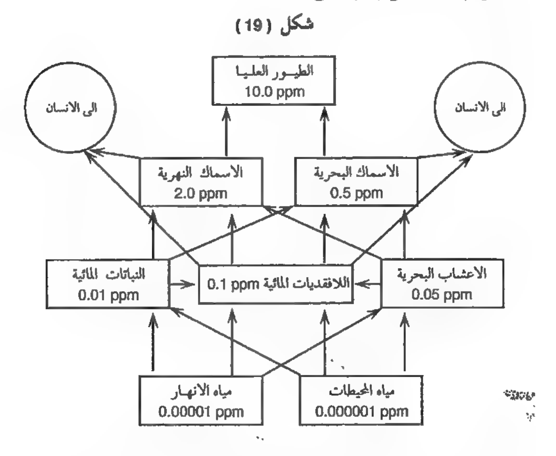
وتم فحص نسبة البروميد في ثمار البندورة Tomato في التربة التي تعامل بمبيد برومو ايثان (C_2H_5Br) ، ووجد ان تركيز أيون البروميد (30 ملغم / كغم) ، ووصل تركيزه في الخس Lettus في بعض العينات التي تمّ تحليلها الى 25 ملغم/ كغم في التربة الرملية و 63 ملغم / كغم في التربة الجافة .

كما وجد متبقيات لمبيد أوكساميل Oxamyl في الموز Banana بمعدلات مرتفعة تصل الى 50 % فوق الجرعة المسموح بها في مناطق مختلفة من أمريكا ، وكان مستوى المتبقيات في الثمرة أقل من شجرة الموز ككل حيث وصل التركيز الى اقل من 0.02 ملغم / كغم ، وأن مستوى المتبقيات في القهوة Coffee اقل من 0.02 ملغم / كغم في معظم العينات التي تمّ فحصها ، ووجد ان قسماً منها يحتوي على تركيز 0.08 ملغم / كغم .

ووجدت أيضاً متبقيات لمبيد اوكساميل في كل من الذرة Maize في بعض الولايات الامريكية حيث كانت اقل من 0.02 ملغم / كغم ، وكان مستوى المتبقيات من الخضراوات والفواكه يتراوح ما بين (0.11 - 0.01) ملغم / كغم في ثمار محصول البطاطا غير الناضجة واقل من 0.01 ملغم / كغم في الدرنات الناضجة في كل من هولندا والسويد [160,194] .

ويبين الشكل رقم (19) زيادة تركيز مبيد .D.D.T خلال السلسلة الغذائية ووصول الخطر الى الطيور والانسان بسبب فترة البقاء الطويلة التي تتميز بها مادة .D.D.T التي تحتفظ بتركيبها الى حد كبير داخل اجسام الحيوانات الملوثه بها مماّ سيؤدي بالتأكيد الى وصولها الى الانسان .

شكل (19)



زيادة تركيز D.D.T خلال السلسلة الغذائية بالتكبير البيولوجي ووصول الخطر الى الطيور العليا والانسان [44]

وللمبيدات التي تستعمل في الحروب الكيماوية دور ايضاً في تلويث الغذاء ، حيث يمكن ان يتعرض الانسان والحيوان لجرعات مرتفعة منها بأخذها عن طريق الغذاء والماء ، وتكون سميتها أعلى بكثير من تلك المستعملة في الزراعة .

وتتلوث المواد الغذائية بالكيماويات عن طريق خاصية التراكم ، حيث تتعلق المادة السامة في الخلايا عبر السلسلة الغذائية نتيجة قدرة الخلايا على ادخارها وتركيزها في آن واحد ، وتؤدي كذلك الى حدوث اصابات بانواع شتى عند وصول تلك الملوثات التركيز الحرج ، بالاضافة الى التلوث الكيماوي للاغذية عن طريق الخطأ مثل التلوث بالرصاص والزئبق والزرنيخ وغيرها التي تلوّث الاغذية فتصبح سامّة ، وبهذا الخصوص هناك تشريعات غذائية تحرّم اضافة المواد الكيميائية السامّة الى الغذاء ، لذلك فان تلوث الغذاء بالمواد الكيميائية يعتبر أقل حدوثاً من الفساد او التلوث البكتيري الناتج عن العمليات الحيوية .

وتتلوّث الاغذية ايضاً بالمواد الحافظة والمنكهات والملونات التي تضاف لبعض المنتجات الغذائية بقصد اطالة مدة حفظ وثبات الاطعمة ، وفي حالة اضافتها بتراكيز عالية فان ذلك قد يؤثر على صحة الانسان مسبّبة له أمراضاً شتى ، لذا يجب أن تضاف بتراكيز قليلة جداً لتمنع الفساد الكيميائي والفساد الميكروبي في الاغذية . ومن الامثلة على المواد الحافظة حامض الخليك CH_3COOH وحامض الفوسفوريك H_3PO4 والسوربيتول وغيرها [102,103] .

كما ان المواد القلوية التي تتطاير من مصانع الاسمنت والملوثات من الفلزات وأكاسيدها والأمطار الحامضية لها تأثير سيء على فسيولوجيا النبات حيث تصفّر وتذبل ممّا ينعكس سلباً على الانتاج وتؤدي الى تلوث الهواء بالكيماويات ، ولذلك تأثير على الحيوان حيث يؤدي الى تشوّه الأجنة ويلوّث الماء والغذاء الذي يتناوله الحيوان وبالتالي تتلوّث منتجات الالبان واللحوم . وقد لوحظ ان الحيوانات التي تتواجد بالقرب من مصانع الالمنيوم والاسمدة الفوسفاتية تصاب بتآكل الاسنان وهزال ونقص في ادرار الحليب بسبب تلوّث الهواء بمركبات الفلور ، وهذا يعتبر مصدراً آخر من مصادر تلوّث الغذاء ، وتعاني مناطق عديدة في العالم من مستويات عالية لعنصر الكادميوم في الاغذية التي تؤدي الى إخلال في وظيفة الكلى .

وتتلوث الاغذية أيضاً عن طريق السيارات المحتوية على المواد الهيدروكربونية الضارة بصحة الانسان ، وكذلك المنظفات التي تحتوي هي الاخرى على مواد ضارة

بالصحة ، وقد تمتص هذه المنظفات عن طريق الانسجة ولا يسهل إزالتها عن طريق الغسيل بالماء بعد ذلك . كما تتلوّث الاغذية بالهورمونات Horomones التي تنتقل الى دم الطيور ولحومها وبالتالي الى الانسان أثناء تغذيته عليها مما يؤدي الى حدوث اختلال في التوازن الفسيولوجي في جسم الانسان .

وقد تتعرّض المعلبات للفساد الكيميائي بسبب تآكل جدران العلبة او تغيّر لون الغذاء المعلّب او انتاج غاز الهيدروجين وانتفاخ العلبة وتغيير طعم الدهون والزيوت بشكل مزعج .

3 - 5 تلوّث الغذاء بالبكتيريا

تعتبر المنتجات الغذائية النباتية منها والحيوانية غذاءً للكثير من الاحياء الدقيقة الموجودة في هذه الاغذية ، ومصدر وجود هذه الميكروبات التي تلوّث الغذاء هو الماء او الهواء او التربة . فاللحوم المعرّضة للجو تتلوّث بميكروبات الهواء ، والمحاصيل التي تنمو تحت سطح التربة مثل الجزر والبطاطا تتلوّث بميكروبات التربة ، وكذلك ماء الري الذي يكون مصدراً لتلوّث المحاصيل في الأراضي الزراعية ، كما أن مشتقات الالبان قد تتلوّث من قبل الانسان الذي يقوم بعملية حلب الابقار والمواشي نتيجة عدم اتباع القواعد العامّة للنظافة .

ان تعرّض الاغذية للتعفن والتحلّل بفعل الاحياء الدقيقة يؤدي الى احداث تغييرات في نوعية الغذاء ، وتعتمد طبيعة هذه التغييرات على نوع الاحياء الدقيقة المسبّبة للفساد وعلى تركيب الغذاء . فمثلاً الاغذية التي تحتوي على الكربوهيدرات Carbohydrates* تتعرّض للتخمر بفعل الاحياء الدقيقة التي تفضّل السكريات وتنتج أحماضاً تحلّل السكريات الى حامض اللبنيك Lactic Acid** الذي ينتج عنه حالات كثيرة من فساد الاغذية[53] .

** Lactic Acid

$$CH_3 - \underset{\underset{OH}{|}}{\overset{\overset{H}{|}}{C}} - COOH$$

---

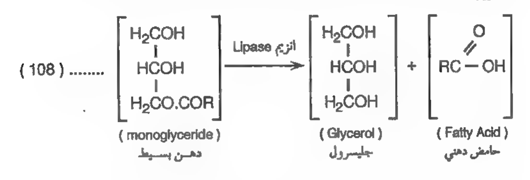
* تصنّف الكربوهيدرات حسب تركيبها الكيميائي الى السكريات الأحادية Monosaccharides مثل السكريات الخماسية Pentoses (سكر الزيلوز - Xylose) والسكريات السداسية Hexoses (الجلوكوز Glucose) وتشتمل ايضاً على السكريات الثنائيةDisaccharides مثل السكروز (جلوكوز + فركتوز) واللاكتوز (جلوكوز + جلاكتوز) والمالتوز (جلوكوز + جلوكوز) . إضافة الى الكربوهيدرات عديدة السكر Polysaccharides مثل النشأ Starch والجلايكوجين Glycogen (نشأ حيواني) .

كما أن الأغذية البروتينية Protiens تتحلل بفعل التأثير البكتيري على الاحماض الامينية Amino Acid* التي تتحلل بدورها وتكوّن الامينات الحرة عن طريق هدم مجموعة الكربوكسيل (COOH) ، ولذلك يصبح الغذاء ساماً نتيجة لتكوّن بعض الامينات ذات الاثر السام الضعيف ، وقد يكون التحلل البروتيني شديداً الى حد انتاج غاز الامونيا وغالباً ما يصحب هذا التحلل البروتيني روائح كريهة .

* الصيغة العامة للحامض الأميني Amino Acid

$$R-\underset{H}{\overset{NH_2}{C}}-\overset{O}{\overset{\|}{C}}-OH$$

وتتعرض الدهون Lipids الى التحلل الحيوي بدرجة اقل من الكربوهيدات والبروتينات ، حيث تعمل بعض الاحياء الدقيقة المحتوية على انزيمات الليبيز Lipase على تحلل الدهون منتجة احماضاً دهنية وجليسرول ، كما هو واضح في التفاعلين التاليين :



$$(109) \ldots\ldots \quad \left[\begin{array}{l} CH_2OCOR_1 \\ | \\ CHOCOR_2 \\ | \\ CH_2OCOR_3 \end{array}\right] \xrightarrow{\text{Lipase انزيم}} \left[\begin{array}{l} CH_2OH \\ | \\ C\ HOH \\ | \\ CH_2OH \end{array}\right] + \left[\begin{array}{c} HOOCR_1 \\ | \\ HOOCR_2 \\ | \\ HOOCR_3 \end{array}\right]$$

(Triglyceride) دهـن ثلاثي — (Glycerol) جليسرول — (Fatty Acid) حامض دهني

وهذه النواتج من الجليسرول والاحماض الدهنية قد تتعرض للتخمر ، وتؤثر الفطريات أيضاً على الدهون بدرجة أكبر من البكتيريا ، لذلك فالاغذية التي تحتوي

على الفطريات مثل (الجبن الذي يجري انضاجه بالفطريات) تحدث فيها تغيّرات واضحة في دهونها ، كما ان الاحياء الدقيقة تعمل على تكسير سلاسل الاحماض الدهنية لانتاج احماض اقصر والدهيدات *Aldehydes وكيتونات **Ketones وبيروكسيدات Peroxides و تؤدي هذه التغيرات الى اختلاف طعم ورائحة الغذاء ويعرف ذلك بـ « تزنخ الدهن Lipid Rancidity » .

$R-\overset{\overset{O}{\|}}{C}-H$	$RC(=O)-R'$
* الصيغة العامة للالديهايد Aldehyde	** الصيغة العامة للكيتونات Ketones

وتحدث تغييرات ايضاً بفعل الانزيمات التي تفرزها الاحياء الدقيقة ، فمثلاً تتحلل اللحوم اثناء تخزينها بفعل انزيماتها عندما تتهيأ الظروف لنشاط هذه الانزيمات ويعزى سبب فساد هذه اللحوم الى الاحياء الدقيقة وانزيمات اللحوم .

هذا بالاضافة الى الظروف المحيطة بفساد الاغذية وتلوثها التي تشكل مجموعة من العوامل البيئية مثل درجة الحرارة والرطوبة ، والوسط الذي تنمو فيه الاحياء الدقيقة تسهم هي الاخرى في فساد الاغذية ، فمثلاً يجب تخزين الغذاء على درجة حرارة منخفضة لان ذلك يحول دون نمو الاحياء الدقيقة الملوثة للغذاء ، كما يجب تبريد الالبان واللحوم مباشرة وتخزينها على درجة حرارة منخفضة ، حيث تؤدي درجة الحرارة العالية الى زيادة نمو ونشاط هذه الكائنات ممّا يسبب فساد الاغذية ، ويعتمد ذلك ايضاً على طبيعة المادة الغذائية .

وللرطوبة ايضاً دور في تلويث الاغذية حيث تختلف نسبة الرطوبة الملائمة للاحياء الدقيقة باختلاف قيمة الرقم الهيدروجيني PH ونسبة ملح الطعام ، فمثلاً ان انخفاض نسبة الرطوبة في الحبوب الغذائية مثل القمح والارز الى اقل من 15 % يحد من نمو البكتيريا وفساد هذه الحبوب حيوياً ، في الوقت الذي يكون فيه الوسط مناسباً لنمو الاحياء الدقيقة عندما تتراوح قيمة الرقم الهيدروجيني PH ما بين (14 - 10) .

وتنتقل بعض الميكروبات من مجموعة السالمونيلا Salmonella الى الانسان بسبب فساد الاغذية مما يؤدي الى إصابته بالتسمم وحمى التيفوئيد ، ويسبب قسم منها القيء والمغص اذا ابتلع الانسان عدداً من الاحياء الدقيقة عن طريق الغذاء الملوث،

وهناك الجراثيم ومنها جرثومة المكورات Staphylococcus التي تفرز سموماً في الامعاء وتسبب تسممات غذائية يصحبها تقيؤ وآلام ، وأن طهي الطعام او طبخه لا يقتل هذه الجراثيم او مفعول افرازاتها السمّية [53] .

وفي حالة تناول اللحوم يجب التأكد من طبخها جيداً وذلك بتعريضها لقدر كافٍ من الحرارة ، لان تركها غير مطبوخة بشكل جيد يؤدي الى الاصابة بالدودة الشريطية التي تعمل على انسداد الامعاء بجانب افرازات مواد سامّة تضعف الانسان، وقد تصل اليرقات الى العين فتضرُّ بالبصر او تصل الى المخ فتسبب اختلالاً عصبياً للانسان .

كما تتعرّض الاغذية المعلبة للتلوث حيث ان محتويات العبوة لا تصل الى حالة التعقيم الكامل ، وانما يتبقى بعض الجراثيم المحبة للحرارة ، وتبقى الجراثيم في حالة سكون وعدم نشاط اذا كانت الظروف الحرارية المحيطة بها غير مناسبة ، وتختلف درجة مقاومة الجراثيم للحرارة ، فمنها ما يفضل درجة الحرارة المتوسطة ، وهذه يقضى عليها اثناء المعاملة الحرارية في التعليب . والانواع التي تفضل درجات الحرارة العالية تقاوم الحرارة حتى في حالة الاغذية غير الحامضية والتي تتطلب درجات حرارة عالية ، ويساعد عدم وجود الهواء داخل العلب على بقاء الجراثيم الهوائية منها في حالة سكون ، وتعمل هذه الجراثيم على فساد الخضراوات المعلبة والاغذية المنخفضة الحموضة خاصة تلك المعاملة على درجة حرارة 100 مئوية مثل السبانخ .

وتتلوث المنتجات الغذائية المعلّبة بسبب وجود بكتيريا غير متجرثمة نتيجة عدم كفاية المعاملة الحرارية او تسرب الميكروبات بسبب حدوث ثقب او عدم الاقفال الجيد للمعلبات ، كما تفسد المعلبات بسبب الفطريات ، ويعود ذلك الى وجود ثقب ايضاً او عدم الاقفال الجيد لان المعاملة الحرارية عند 78.8 درجة مئوية ولمدة دقيقة واحدة تكون كافية للقضاء على كل الفطريات وجراثيمها ، وان وجود الخمائر التي تعتبر من الكائنات الحية الدقيقة ايضاً يؤدي الى فساد المربيات وعصير الفاكهة ، وان وجودها دليل على إعادة التلوث او نقص في المعاملة الحرارية ، بالاضافة الى عدم وجود التفريغ الكافي للعلبة من الهواء .

ومن ملوثات* الغذاء ايضاً الفطريات مثل فطر البنسيليوم Penicillium الذي

* تلوّث الغذاء بالاشعاع - انظر في الفصل السادس (تلوث البيئة بالاشعاع) .

يسبِّب عفناً لثمار التفاح ، ويعتقد ان للسم الناتج عن بعض الفطريات تأثيرات سرطانية .

وتشكل القمامة ومخلفات الانسان والحيوان وسطاً ملائماً لانتشار الذباب والناموس والحشرات التي تسبِّب الامراض المختلفة للانسان في حال وصولها الى الغذاء والشراب ، كما ان الامراض التي تصيب الطيور والحيوانات يمكن ان تنتقل الى الانسان عن طريق مصادر الغذاء او الماء الملوّث بهذه المسبّبات للامراض ، فمثلاً يلعب الكلب دوراً رئيساً في اصابة الانسان والحيوان بالدودة الشريطية المسماة « إيكيوكوكس » التي تعيش في أمعاء الكلب وتنتقل الى الانسان ثم تنتقل هذه البويضات الى الجهاز الهضمي للانسان حيث تفقس وتخترق الامعاء الى الكبد فالرئة وقد تصل الى القلب والعظام والمخ وأجزاء أخرى من الجسم ، كما ان الدجاج قد ينقل للانسان فيروساً عن طريق البعوض ويسبِّب مرض اجهاد المخ الذي يصحبه ارتفاع في درجة الحرارة ، والصداع والرعشة وقد تصل الى الغيبوبة .

الفصل السادس

تلـــوث البيئـــة بالاشعـــاع

Radiant Pollution



تلوّث البيئة بالاشعاع

6 - 1 معنى التلوث بالاشعاع

إن التسرب الاشعاعي من خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية او بسبب التجارب النووية في البحار او النفايات المشعة التي تتسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والاقمار الصناعية او بسبب القمامة الخطرة الناتجة من المصانع التي تستعمل الكيماويات المعاملة إشعاعياً حيث تصل هذه الاشعاعات الى الارض ملوثة الهواء والماء والتربة والغذاء مما يؤدي الى ارتفاع نسبة المواد المشعة في هذه المقومات الاساسية للحياة ، تاركة مخاطر مميتة وقاتلة للانسان والحيوان والكائنات الحية حيناً ، واحداث تشوهات واختلالات في النظم الحيوية حيناً آخر ، وذلك حسب الجرعات التي تمتصها الكائنات الحية من هذه الاشعاعات الخطيرة والمدمرة [27,28,29,50,153] .

ويمكن تعريف التلوث الاشعاعي Radiant Pollution بانه « انبعاث اشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية او من النفايات المشعة او اي مصدر يستعمل فيه الاشعاع بجرعات ضارة تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للاشعاع مباشرة او بشكل غير مباشر من خلال تركيزها في الهواء او الماء او التربة او الغذاء » . ويتسبب التلوث الاشعاعي بامراض خطيرة وقاتلة ومنها السرطان بانواعه وسيأتي الحديث عن هذه الاخطار فيما بعد .

6 - 2 أنواع الجسيمات الاشعاعية ووحدات قياس الاشعة

تشتمل هذه الجسيمات على دقائق ألفا α وهي عبارة عن نويات ذرات شحنتين موجبتين تشبه نواة الهيليوم He^{4}_{2} تنطلق خلال انفجار نواة اليورانيوم او الرادون ، ولها قوة اختراق ضعيفة وسرعتها تعادل 0.1 سرعة الضوء ، ومصدر هذه الاشعة الصناعي المواد المشعة ، ومصدرها الطبيعي عنصر الراديوم والثوريوم وهي شديدة الضرر بالخلايا التي تلامسها :

$$(110) \;.......\; {}^{226}_{138}Ra \longrightarrow {}^{222}_{136}Ra + {}^{4}_{2}\alpha \quad \text{(ألفا)}$$

ومنها جسيمات بيتا (B) التي تنبعث من أنوية المخلفات النووية الانحلالية لليورانيوم ، وتنطلق دقائق بيتا من نواة العنصر المشع نتيجة لتحلل احد النيترونات المتعادلة .

$$(111) \;......\; {}^{1}_{0}n \rightleftharpoons {}^{1}_{1}p + {}^{0}_{-1}e$$ (الكترون سالب = بيتا)

كما ينطلق الكترون موجب يسمّى « بوزيترون » من نواة العنصر المشع نتيجة تحول احد البروتونات في النواة الاصلية الى نيوترون وبوزيترون :

$$(112) \;......\; {}^{1}_{1}p \rightleftharpoons {}^{1}_{0}n +$$ بوزيترون $^{0}_{+1}$ (الكترون موجب)

وتسير جسيمات بيتا (B) بسرعة عالية ، وعند انبعاثها لا تختلف خاصيتها عن اي مصدر إشعاعي ذي طاقة عالية والالكترونات ذوات سرعة عالية ، ولها قوة اختراق اكبر من جسيمات ألفا بـ 100 مرة وتبلغ سرعتها حوالي 0.99 من سرعة الضوء . أما قدرتها على تأين الغازات فهي اقل من جسيمات ألفا ، ومصدر دقيقة بيتا الطبيعي هو الاشعة الكونية والمواد المشعة الطبيعية مثل الراديوم ، ومصدرها الصناعي (السترونشيوم - 90) و(الفسفور المشع - 32) والذهب المشع .

ومنها ايضاً اشعة جاما γ وهي عبارة عن امواج كهرومغناطيسية تنتشر في الفراغ بسرعة تصل الى 300000 كيلو متر في الثانية ، ولديها القدرة على اختراق الاجسام الكبيرة بدرجة اكبر من اشعاعات ألفا وبيتا ، وهي تحمل شحنة متعادلة تشبه النيوترون وتمتاز بانها ذات طبيعة فوتونية عالية ، وتتولد أشعة جاما γ من أنوية غير ثابتة او عدم ثبات النيوترونات والبروتونات داخل النواة ولا يصاحب انطلاقها اي تغيير في العدد الكتلي او العدد الدري ومصدها الصناعي الكوبالت المشع 60 ، والسيزيوم 137، واليود المشع 131 وتشبه الاشعة السينية x - Ray وتشكل خطراً على الكائنات الحية .

وتنبعث الاشعة السينية التي يكون مصدرها الطبيعي الشمس ، ومصدرها الصناعي أنابيب X ، ولهذه الاشعة طاقة فوتونية اقل من اشعة جاما ، لذلك تمتاز الاشعة السينية بقدرتها على اختراق الاجسام الصلبة ، ولها تأثير على الانسجة الحية،

وخطر كبير على الخلايا . وقد اكتشفت هذه الاشعة في عام 1895 من قبل العالم (روتنجن) حيث تسمى كذلك باشعة روتنجن .

ويبين الجدول (1 - 6) ملخصاً لاهم الجسيمات الاشعاعية التي تم ذكرها :

جدول (1 - 6)

	الخاصية	دقائق (α) ألفا	دقائق (B) بيتا	أشعة (γ) جاما
1	السرعة	200 م / ث	160×10^{3} ميل/ ث	3×10^{10} م/ ث او 186×10^{3} ميل/ ث
2	الشحنة	موجبة (نواة ذرة الهيليوم)	سالبة (شحنة الالكترون)	عديمة الشحنة
3	القدرة على تأيين الغازات	كبيرة (100)	صغيرة (10)	اصغر (1)
4	القدرة على النفاذية	صغيرة (1)	كبيرة (10)	اكبر (100)
5	الكتلة	كتلة ايون الهليوم او اربع مرات كتلة نواة ذرة الهيدروجين	$\frac{1}{1840}$ كتلة البروتون	موجبة او لا كتلية (لا كتلة لها) (كهرومغنطيسية)

أهم خصائص الجسيمات الاشعاعية [76]

ولقياس الاشعاع توجد اكثر من وحدة قياس للجرعات الاشعاعية الممتصة ومنها الراد Rad وهو عبارة عن « كمية الاشعة التي يمتصها كيلو غرام من المادة المعرضة للاشعاع او كمية الطاقة الاشعاعية الممتصة التي تعادل 100 إرغ / غم » . ومنها الريم Rem وهو عبارة عن « كمية الطاقة الاشعاعية التي تحدث تأثيراً بيولوجياً يعادل تأثير 1 راد » .

وهناك الجراي Gray الذي يعادل 100 راد او يعادل جول واحد من الاشعة لكل كيلوغرام من المادة المعرضة للاشعاع (١ جول / كيلوغرام) . ومن وحدات القياس ايضاً الـ « سيفرت » الذي يساوي 100 ريم ويعادل كذلك 100 راد اي ان الجراي والسيفرت متساويان كوحدتي قياس للاشعة ، ومنها وحدتا القياس الكوري والبيكريل والعلاقة بينهما ان كل (1 كوري = 3.7×10^{10} بيكريل) . وتقاس شدة

النشاط الاشعاعي بالكوري ويعرّف بانه « كمية الاشعاعات القادرة على احداث 3.7×10^{10} تحلل / ثانية » .

وكملخص لبعض وحدات قياس الاشعاع وتحويلاتها يمكن توضيحها بالجدول رقم (2 - 6) .

جدول (2 - 6)

وحدة القياس	كمية الاشعاع
الراد Rad	100 إرغ / غم = 0.01 جول / كغم
الريم Rem	100 إرغ / غم = 0.01 جول / كغم
الجراي Gray = 100 راد	10000 إرغ / غم = 1 جول / كغم
سيفرت = الجراي	10000 إرغ / غم = 1 جول / كغم
الكوري	3.7×10^{10} تحلل / ثانية (بيكريل)
بيكريل Bequerel	$\frac{1}{3.7 \times 10^{10}}$ كوري

أهم وحدات قياس شدة النشاط الاشعاعي [مصادر متعددة]

3 - 6 ظاهرة النشاط الاشعاعي Radioactivity Phenomenon

. اكتشف العالم الفرنسي هنري بيكريل H . Bequerel ظاهرة النشاط الاشعاعي عام 1896 ، وتسمى جميع الاشعاعات التي تنطلق من أنوية الذرات بالاشعاعات المؤينة Ionizing Radiations لانها تحتوي على طاقة كبيرة وكافية لتحرير الالكترونات من الذرة وبالتالي تأينها :

$$M \longrightarrow M^{+} + e^{-} \quad \text{....... (113)}$$

ويقصد بالاشعاعات المؤينة هي تلك التي تسبّب تلفاً سرطانياً وتلفاً وراثياً في أنسجة الانسان وتركيبة الخلايا بفعل طاقاتها المنبعثة في هذه الانسجة ، ويقصد بالتأين كما يستنتج من التفاعل (113) بأنه :(فصل الكترون من مدار الذرة الخارجي

(او الجزيء) فتصبح الذرة موجبة او سالبة الشحنة وليست متعادلة) .

والاشعاعات المؤينة نوعان الاول : اشعاعات جسيمية عبارة عن اجزاء من الذرة منطلقة في الفضاء بسرعات مختلفة مثل جسيمات (ألفا ، بيتا ، النيوترون) ، والنوع الثاني : اشعاعات كهرومغناطيسية عبارة عن فوتونات او كميات صغيرة من الطاقة تتوقف على تردد الموجة وتأخر مسار الشعاع ولا تتجزأ وتتلاشى بمجرد اصطدامها بجسم متحول الى طاقة تمتص مثل الاشعة السينية « رونتجن » ، والاشعة فوق البنفسجية Ultra Violet وأشعة جاما والاشعة الكونية .

ومصدر النشاط الاشعاعي هو المواد المشعة في الطبيعة التي تحيط بالانسان من كل جانب ، فكل المقومات الاساسية للحياة من هواء وماء وغذاء وتربة تحتوي على عناصر مشعة في الوضع الطبيعي وبجرعات من الاشعاعات الطبيعية يمتصها الانسان دون أية تأثيرات ، ويحتوي جسم الانسان على عناصر مشعة في الوضع الطبيعي وبجرعات من الاشعاعات الطبيعية يمتصها الانسان دون أية تأثيرات ، كما يحتوي جسم الانسان على بعض العناصر المشعة نتيجة الاشعاع الطبيعي دون استخدام النظائر المشعة والطاقة النووية .

ويبين الجدول (3 - 6) وزن النظائر المشعة بالغرامات التي يحتويها جسم الانسان متوسط وزنه 70 كيلو غرام .

جدول (3 - 6)

النظير المشع		مكان النظير في الجسم	وزن النظير المشع (غرام)	نشاطه الاشعاعي كوري
الاسم	الرمز الكيميائي			
التريتيوم	H^3	في جميع الجسم	8×10^{-15}	7.6×10^{-11}
الكربون	C^{14}	الانسجة الدهنية	2×10^{-3}	8.9×10^{-8}
البوتاسيوم	K^{40}	انسجة الاعصاب والعضلات	8.3×10^{-2}	6×10^{-7}
الروبيديوم	Rb^{87}	انسجة العضلات	7×10^{-3}	4.6×10^{-10}
الثوريوم	Th^{232}	العظام	7×10^{-5}	7.9×10^{-12}
اليورانيوم	U^{235}	الكبد،الجسم بصورة عامة	7×10^{-6}	1.1×10^{-11}
اليورانيوم	U^{238}	العظام	7×10^{-4}	2.4×10^{-10}
الراديوم	Ra^{226}	العظام	$(0.37\text{-}0.4) \times 10^{-10}$	1.1×10^{-10}

وزن النظائر المشعة بالغرامات التي يحتويها جسم الانسان [29]

وهناك حدود للجرعة المكافئة Equivalent Dose الاساسية للاشعاع حيث حددت الجرعة المؤثرة للفرد 0.5 ريم / سنة وللعمال الذين يعملون في مجال الاشعاع بـ 5 ريم / سنة ، كما حددت وكالة حماية البيئة الامريكية (EPA) الجرعة السنوية الفعالة من الاشعاع لعموم الجسم بان لا تتعدى 625 ملي ريم ، والجرعة للغدة الدرقية بـ 75 ملي ريم ولأي عضو آخر بـ 25 ملي ريم والناتجة عن الطرح المخطط له من المواد المشعة ماعدا الرادون او من التعرض المباشر للوقود النووي كما يبين الجدول (6 - 4) .

جدول (6 - 4)

المنطقة المعرضة للاشعاع	حدود الجرعة المكافئة للعمال الذين يعملون في مجال الاشعاع	حدود الجرعة المكافئة للافراد
كل الجسم	5 ريم / سنة	0.5 ريم / سنة
عدسة العين	15 ريم / سنة	5 ريم / سنة
الاعضاء الاخرى	50 ريم / سنة	5 ريم / سنة

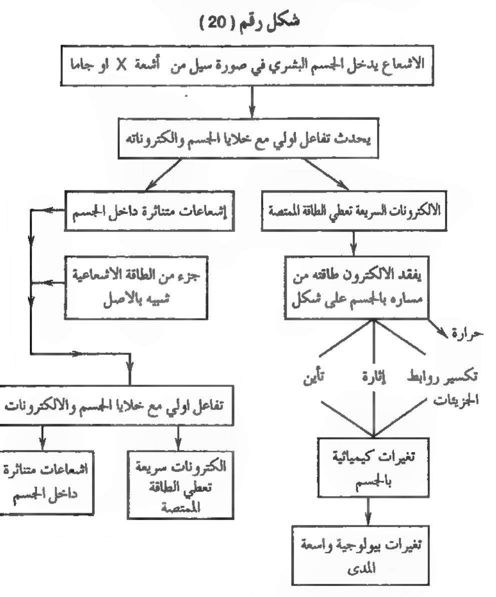
حدود الجرعات المكافئة للاشعاع السنوية [27]

وحددت الوكالة الامريكية لحماية البيئة (EPA) كذلك الجرعة المتبقية التي يسببها السائل المطروح من المنشآت النووية بأن لا تتجاوز 3 ملي ريم سنوياً الى عموم الجسم للفرد و 10 ملي ريم الى اي عضو من اعضاء الجسم ، كما ويتسبب السائل النووي المطروح من المنشآت النووية في جرعة سنوية اكثر من 5 ملي ريم لعموم الجسم للفرد و15 ملي ريم للجلد ، وأن الكمية الكلية لليود المشع التي تطرح الى البيئة يجب ان لا تتسبب في جرعة سنوية ومن جميع المسالك باكثر من 15 ملي ريم لأي عضو من اعضاء جسم الشخص وبخاصة الاطفال لان العضو الحرج هو الغدة الدرقية .

4 - 6 التأثير البيولوجي للاشعاع المؤين

ان تعرّض الانسان الى كمية كبيرة من الاشعاع المؤين يؤدي الى دمار عدد كبير من الخلايا والانسجة ويمكن ان يقتل في غضون اسبوع واحد بفعل تدمير الانسجة ، ويبين الشكل رقم (20) مخططاً لكيفية دخول الاشعة الى جسم الانسان في صورة سيل من الاشعة السينية (X) او أشعة جاما γ :

شكل رقم (20)



كيفية دخول الاشعة الى جسم الانسان [66]

وتؤدي التأثيرات الفسيولوجية للاشعاع المؤين الى تأثيرات جسمية Somatic Effect تؤثر على خلايا الجسم ، وهناك تأثيرات وراثية Gentic Effect تؤثر على الجينات مما يؤدي الى ظهور تشوهات في الأجيال القادمة . وان الدمار الذي يلحق بالخلية الحية ينتج بفعل الاشعاع المؤين على جسم الانسان وليس بفعل التأثير الحراري، فمثلاً ان جرعة أشعة جاماGamma Dose بمقدار 400 ريم تشكل خطورة كبيرة على جسم الانسان كونها تؤدي الى تأين ذرات الخلايا ، والطاقة المكافئة لهذه الجرعة تساوي 4 جول لكل غرام واحد من المادة ، وهذه الطاقة من الصغر بحيث لا ترفع درجة حرارة غرام واحد من الماء اكثر من 0.001 درجة مئوية ، اي ان التأثير الحراري لهذا المستوى من الاشعاع ضئيل الى الحد الذي لا يؤثر فيه البتة على جسم الانسان . ويبين الجدول (5 - 6) التأثيرات المحتملة للجرعات الاشعاعية المختلفة على عموم الجسم .

جدول (5 - 6)

جرعة التعرض (رم)	التأثيرات المحتملة
0 - 25	من الصعب ملاحظتها بالفحوص الطبية .
25 - 100	تغيرات طفيفة على الدم ، غثيان .
100 - 200	غثيان وقتي ، اختزال بعض خلايا الدم .
200 - 300	غثيان وقتي خلال اليوم الاول ثم فقدان الشهية واسهال ونحول .
300 - 600	غثيان وقتي واسهال خلال الساعات الاولى يعقبه تساقط الشعر وفقدان الشهية ونزيف دموي ونحول ، الوفاة خلال اسبوع بنسبة 50 % الى حد 450 رم .
> 600	غثيان وقتي واسهال يعقبه نزيف دموي ونحول عام مع التهابات في الفم والبلعوم وارتفاع درجات الحرارة ، الوفاة خلال اسبوعين ، والموت بنسبة 100 % .

التأثيرات المحتملة للجرعات الاشعاعية على عموم الجسم [29]

ويؤدي الاشعاع المؤين الى تكوين سرطان الدم Leukemia في الانسان والمتمثل في زيادة عدد كريات الدم البيضاء ، ويسمى ايضاً مرض « ابيضاض الدم » في حالة ابيضاض الدم ، ويسبب الاشعاع مختلف الاضرار في طبيعة الكروموسومات وتكوينها وعددها في داخل الخلية ، واثبتت الادلة كذلك ان الاشعاع المؤين يسبب سرطان الثدي حيث ان جرعة الاشعاع المؤين تعطي خطورة مقدارها 100 % لحدوث سرطان الثدي [27,29,66,153] .

وتؤثر الاشعة على الخلايا وانسجة الجسم فتتكوّن مواد كيميائية عند وصولها الى الدورة الدموية ، وتظهر اعراض مثل الصداع المصحوب بارتفاع الحرارة والاسهال وآلام البطن ، وتتأثر كريات الدم الحمراء والصفائح الدموية وكريات الدم البيضاء بالجرعات الاشعاعية وخصوصاً في بعض الحالات التي يكون فيها نقص في عددها الطبيعي حوالي 5 مليون في كل ملليمتر مكعب من الدم ، وفي حالة انخفاض نسبة الهيموجلبين عن 60 % ، فان الاشعة مهما كانت جرعتها فهي تؤثر بشكل خطير ، لذا يجب وقفها مباشرة في هذه الحالة لان نقص كريات الدم الحمراء التي تحمل الاكسجين والهيموجلبين يؤدي الى الاصابة في فقر الدم .

وللاشعة تأثير على الانسجة المكونة للدم مثل النخاع العظمي والكبد والطحال ، كما ان هناك تأثيراً غير مباشر يأتي نتيجة المواد الكيميائيةالمتكونة حيث تحملها الاوعية الدموية الى النخاع فتؤثر فيه وتقلل من نشاطه وحيويته ، وكذلك الحال بالنسبة للصفائح الدموية التي يبلغ عددها 250000 صفيحة دموية ، لذلك يجب وقف الشخص عن العمل في حالة نقصها عن 100000 حتى لا يحدث سيولة في الدم ونزيف وتمزّق للاوعية الدموية تحت الجلد .

كما يجب الاقلال من التعرض للاشعة بالنسبة للاشخاص اذا وصلت كريات الدم البيضاء (.W.B.C) عندهم الى 4000 كرية واذا قلت عن 4000 فيجب وقف التعرض للاشعة تماماً لان في ذلك خطورة على الانسان ، والنقص في عدد كريات الدم البيضاء يؤدي الى الامراض والالتهابات وتقل مقاومة الجسم ، والعدد الطبيعي لكريات الدم البيضاء يتراوح بين (4000 - 12000) في كل ملليمتر مكعب من الدم ، وتكون موزعة على الخلايا اللمفاوية بنسبة % (20 - 30) والخلايا المحببة بنسبة % (60 - 65) والخلايا البيضاء الاحادية بنسبة % (3 - 6) .

ان كمية الضرر البيولوجي ونوعيته يعتمدان على معدل الجرعة الاشعاعية وعلى توزيع الجرعة في الانسجة ، ولذلك يتراوح التأثير البيولوجي Bilogical Effect للاشعاع بين تدمير الجزيئات الكبيرة مثل الانزيمات الى حدوث اورام سرطانية Cancer Tumors وتغيير في الصفات الوراثية بسبب الجينات والى الموت حسب درجة الجرعة الاشعاعية ، كما ان هناك تأثيرات بيولوجية متأخرة للاشعاع تظهر بعد عدة شهور او سنوات ، وقد تنتج اما من التعرض الى اشعاعات ذات جرعات عالية والتي تؤدي الى حدوث تأثيرات مبكرة او من التعرض لجرعات منخفضة تستمر لمدة طويلة ، ومن اهم التأثيرات المتأخرة التي تظهر على الافراد التأثيرات الجسدية والتأثيرات الوراثية .

وبالنسبة للصفات الوراثية فان عدد الكروموسومات Chromosomes في خلايا جسم الانسان 46 كروموسوماً وان كروموسوم الانسان يحتوي على 1000 جين Gene ، وعندما تنتقل هذه الجينات والكروموسومات من جيل الى آخر، فانها تحدّد الكثير من الصفات الفيزيائية والنفسية للافراد وتخضع الجينات لتغييرات تركيبية « طفرات » بفعل الانشطة المؤينة والمواد الكيماوية المطفرة ، وعندها تبدأ صفات الطفرة بالتعبير عن ذاتها ، فبعض الطفرات الوراثية تسبب هلاك الفرد لحامل الطفرة في الجيل الاول والبعض الآخر يحتاج الى اجيال عديدة تظهر وتثبت في الفرد الحامل للطفرة الوراثية.

إن تأثير الاشعاع على الخلايا الجسمية يسبب إما توقف عمل الخلية والانقسام وبالتالي موت الخلية او تحفيز الخلية على الانقسام غير المسيطر عليه وتكوين خلايا سرطانية ، كما ان التعرض لجرعات منخفضة يؤدي الى الاورام السرطانية والتشوهات الخلقية ولا تظهر الاورام الخبيثة الا بعد فترة طويلة من التعرض ويتراوح تأخر ظهور السرطان بين (40 - 20) سنة .

وتزداد مخاطر السرطان المميت طردياً بزيادة عدد حالات التعرض التشخيصي للاشعة السينية ما بين الجرعات التي تتراوح من (20 - 0.2) راد ، وقد يتسبب الاشعاع باكثر من نوع من انواع السرطان ومنها سرطان العظام Bone Cancer ويعتمد ذلك على مقدار الجرعة التي يتعرض لها الشخص ، ومنها ايضاً سرطان الرئة Lung Cancer بسبب انتشار الراديوم في المناجم مثل مناجم اليورانيوم والحديد والرصاص ، ولقد ثبت ان تجمع النواتج المتحللة من عنصر الراديوم هو المسؤول عن سرطان الرئة بين عمال المناجم ، كما يتسبب استنشاق اليود بحدود

(10 - 8) راد والاشعة التي يمتصها الجسم بسرطان الغدة الدرقية .

ويبين الجدول (6 - 6) عدد السرطانات المقدرة لكل مليون شخص الناتجة من تعرض عموم الجسم لجرعة مقدارها 1 راد / سنة .

جدول (6 - 6)

نوع السرطان	عدد السرطانات المقدرة / مليون شخص
السرطان المميت (سرطان الدم)	20
بقية انواع السرطانات	20
سرطان الغدة الدرقية	(20 - 10)

عدد السرطانات الناتجة من تعرض عموم الجسم لجرعة مقدارها 1 راد / سنة [27]

ان التأثيرات الحادة Acute Effect للاشعاع تكون قاتلة فالجرعة المميتة بالاشعاع هي 1000 راد وتكون نسبة الوفاة فيها 100 % ، وعندما يتعرض الجسم الى 100000 راد فالموت يكون في الحال او بعد دقائق من التعرض بسبب تدمير عدد كبير من المواد الضرورية للفعاليات الحيوية في الخلايا والانسجة ، كما ان للاشعاع تأثيراً على الجنين خلال مراحل نموه المختلفة ، وقد يؤدي الى موت الجنين قبل الولادة او إعاقة النمو واحداث سرطان مبكر ، وان تعرض الجنين لجرعة مقدارها 5 راد من الاشعة في الاشهر الثلاثة الاولى من الحمل يؤدي الى الاصابة بالسرطان الطفولي القاتل .

ويعمل الاشعاع على تأين ذرات وجزيئات الخلايا الحية محدثاً تغييرات فيزياكيماوية تؤثر في فعالياتها الحيوية ، وبشكل خاص الصفات الوراثية للكائن العضوي الحي ، ويؤدي ذلك الى تحطيم الروابط الكيميائية في الجزيئات المعقدة للبروتين والتي تكون حساسة لأي تأثيرات خارجية ، ويتحلل الماء الذي يشكّل المكوّن الاساسي للانسجة الى الهيدروجين وجذر الهيدروكسيد الحر فيتحدان مع البروتين مسببين تغييرات في تركيبها الكيماوي حيث تعيق التغييرات الحاصلة في العمليات الكيماوية الاعتيادية للانسجة عملية التمثيل والتي تنتج عنها غالباً انحلال خلايا الكائن العضوي [27,28,29,153,199] .

$$(114) \;\ldots\ldots\ldots\; H_2O \longrightarrow H^+ + OH^-$$

ان تعرض الانسان الى 400 راد من الاشعاع المؤين يتسبب في وفاة 50 % من الافراد الذين يتعرضون الى مثل هذا الاشعاع خلال ايام او اسابيع قليلة ، وان مجرد تحطيم عدد قليل من روابط كيميائية معينة في الخلايا التي لها القدرة على المقاومة تجعل تلك الخلايا في طريقها الى السرطان .

والاشعة السينية تمتاز بقدرتها على اختراق جميع الاجسام الصلبة بسهولة ، لانها تتكون من فوتونات ذات طاقة عالية وتأثير على الانسجة الحية التي تحتوي على ذرات الكربون والهيدروجين والنيتروجين والاكسجين والكبريت والفوسفور الممزوجة بطرق كثيرة من آلاف المركبات الكيميائية المختلفة او الجزيئات . ومن هذه المركبات البروتينات Protiens والاحماض الأمينية Amino Acids والسكريات Saccharides والدهون Lipids والهيموجلبين Hemoglobin واليوريا Urea والانزيمات Enzymens والهوروومونات Hormones والماء وثاني اكسيد الكربون والامونيا ، وذرات جميع هذه المركبات متصلة ببعضها بروابط كيميائية متينة مثل روابط الكربون الى الكربون (C - C) ، الكربون الى النيتروجين (C - N) ، الكربون الى الفسفور (C - P) وروابط الفسفور الى الاكسجين (P - O)، وهكذا في جميع المركبات الكيميائية ، كما ان الطاقة المطلوبة لتحطيم هذه الروابط تتراوح بين (7 - 5) الكترون فولت Electron Volt . والاشعة السينية ذات قدرة 100 كيلو الكترون فولت Kilo Electron Volt تتحول طاقتها من خلال التأثير الضوئي الكهربائي الى الكترون يكون لديه ما يقارب (20000 - 14000) من الروابط الكيميائية بحيث لا تستطيع ان تقاوم الروابط بين الانسجة مقاومة القوة التحطيمية لهذه الطاقة ، مما يؤدي الى تأين هذه المركبات الكيميائية التي تدخل في تركيب الانسجة الحية ، وهذا له تأثير مدمر على الاجهزة الحية حيث تسبب امراضاً منها سرطان الدم وحدوث اورام سرطانية اخرى [28,29,199,201] .

كما ان للاشعة السينية خطراً كبيراً على الخلايا وخاصة على الصفات الوراثية عند الجنين ، لذلك يجب عدم تعريض النساء الحوامل الى الاشعة الا عند الضرورة منعاً لحدوث التشوه الخلقي ، بالاضافة الى ذلك فقد توصل الباحثون الى ان التعرض الخارجي للاشعة السينية يؤدي الى سقوط الشعر واحمرار الجلد ، وقد تؤدي كذلك الى الاصابة بسرطان الدماغ حيث أصيب بعض الاطباء بالدهشة عندما تبين لهم في

تشرين الثاني عام 1981 ان طفلاً واحداً من 2000 طفل من الذين تعرضت ادمغتهم الى الاشعة السينية بجرعة مقدارها (1 راد) يصاب بسرطان الدماغ في وقت ما اثناء حياته ، وبصورة ادق ان طفلاً واحداً من 2600 طفل في عمر ثلاث سنوات تعرضت ادمغتهم الى (1 راد) من الاشعاع يصاب بعد ذلك بسرطان الدماغ المميت .

ويبين الجدول (7 - 6) تأثير الاشعاعات على جسم الانسان .

جدول (7 - 6)

درجة تركيز الاشعاع	التأثير على الانسان
(50 - 0.0) راد	تغير بسيط لصور الدم .
(120 - 80) راد	(15 - 5) % من الاشخاص يتعرضون للتقيؤ والاجهاد ولا تحدث أضراراً .
(260 - 130) راد	تقيؤ وأعراض مختلفة مع امكانية حدوث وفيات .
(330 - 270) راد	تقيؤ وأعراض مختلفة تحدث وفيات في الاسبوع الثاني وحتى السادس .

مدى تأثير الاشعاعات على جسم الانسان [85]

5 - 6 تلوث الهواء بالاشعاع

يتلوث الهواء بالاشعاع بسبب الانفجارات النووية او من خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية مثل حادثة تشرنوبل في الاتحاد السوفييتي عام 1986 او بسبب النفايات الخطرة الناتجة من المصانع التي تستعمل الكيماويات المعاملة اشعاعياً او من مصادر تحتوي على اشعاع مثل بعض الاجهزة العلمية او من مؤسسات الطاقة النووية .

وينطلق الاشعاع الى الهواء على شكل بقايا عناصر مشعة مثل اليورانيوم 235 ، بلاتينيوم 239 ، سيزيوم 237 ويود 131 (هذه الارقام تمثل العدد الكتلي للعنصر والذي يساوي مجموع البروتونات والنيوترونات) :

$$(115) \ldots\ldots \ {}^{226}_{138}Ra \longrightarrow {}^{222}_{136}Ra + {}^{4}_{2}\alpha$$

وينتج عن التفاعل دقيقة ألفا (${}^{4}_{2}\alpha$) حيث تؤثر في الانسجة بفعل التأين ، وتتفاعل دقائق ألفا مع ذرات تلك الانسجة لطرد الالكترونات التي تعمل كل شيء في النسيج الحيوي مثل التخريب البيولوجي الشديد عند دخولها الانسجة الداخلية للجسم فتؤثر على النسيج المبطن للغشاء المخاطي للقصبة الهوائية (الابتيلميومي) وتدمره بالكامل ومنها يبدأ سرطان الرئة .

وتنتج ايضاً دقائق بيتا كما في التفاعل التالي :

$$(116) \ldots\ldots \ {}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}B$$

وتمتلك دقائق B (الكترون) طاقة مقدارها 100 كيلو الكترون فولت (Kev) ، وينتج تماماً الكمية نفسها ونوعية التخريب في الانسجة كما هو الحال في الالكترون ذي الطاقة 100 كيلو الكترون فولت المستمر في الحركة للاشعة السينية او اشعة جاما .

وتنتج اشعة جاما (γ) عن طريق الاكسجين المستحث Induced Oxygen كما يبين ذلك التفاعل (117) .

$$(117) \ldots\ldots \ \underset{\text{اكسجين مستحث}}{{}^{16}_{8}O} \longrightarrow {}^{16}_{8}O + \gamma \ (\text{جاما})$$

وللاشعاعات تأثيرات عضوية التي تسبب تلف انسجة الجلد والكبد والطحال والغدة الدرقية وتأثيرات سرطانية ، كما ان الغبار الذري الذي يحمل النظائر المشعة يؤثر على الانسان ويلوث الهواء والماء والتربة والمزروعات . وكوارث التلوث الاشعاعي مازالت آثارها باقية لغاية الآن حيث تتوارث الاجيال التشوهات الخلقية من اشعاعات القنبلة الذرية التي ألقيت عام 1945على مدينتي هيروشيما وناغازاكي في اليابان التي أدت الى مقتل 17000 شخص وتشوه 100000 وتدمير اكثر من 80 % من مباني المدينتين . ويبين الجدول (8 - 6) بعض المعايير الرئيسة لتعرض الانسان للمواد المشعة ومن ضمنها الهواء الملوث بالاشعاع .

جدول (8 - 6)

نوع التعرض	اهم خطوات انتقال الملوثات من البيئة الى الانسان				العوامل المؤثرة على جرعة الانسان
	1	2	3	4	
الاستنشاق	طرح الملوثات الدقائقية المشعة الى البيئة .	استنشاق الدقائق المشعة المحمولة جوا .	–	–	1- معدل ما يطرح الى الجو ، زمن طرح الملوثات ، مدى استقرارية الجو اتجاه الريح ، حجم الدقائق ، مقدار ما يترسب منها ، الشكل الكيميائي والفيزيائي للمادة المشعة .
التعرض المباشر لاشعة جاما	طرد المواد الصلبة ، السائلة او النفايات المشعة الباعثة لاشعة جاما الى البيئة .	التعرض المباشر لغيمة ملوثة بالمواد المشعة .	الترسب على السطوح المحيطة .	–	2 - جميع ما ذكر في الفقرة الاولى اضافة الى خواص السطح ، مقدار الدرع الطبيعي الملازم لشكل وطبيعة ذلك السطح .
التعرض المباشر من جسيمات بيتا	طرح الملوثات الباعثة لجسيمات بيتا المحمولة جواً .	ترسبها على سطح الجلد .	–	–	3 - جميع العوامل في الفقرة الاولى .
الابتلاع	طرح الملوثات الغازية . طرح الملوثات السائلة .	- ترسبها مباشرة على المحاصيل الزراعية . - اخذ المواد المشعة من التربة الملوثة . - شرب الماء مباشرة - تركيز الملوثات بواسطة الاحياء المائية	- اكل الانسان لتلك المحاصيل . - اكل الحيوانات لتلك المحاصيل . - اكل الحيوانات الراقية للاحياء المائية الواطئة .	- اكل الانسان لتلك الحيوانات ونواتجها. - اكل الانسان للحيوانات المائية .	4 - جميع العوامل في الفقرة الاولى بالاضافة الى مرحلة نمو النباتات الفصلي ، العادات الغذائية لمجموعة السكان ، مزاولة الزراعة ، خصوبة الارض ومقدار PH للتربة . 5 - الصفات الكيميائية للنظائر المشعة ، ذوبان تلك النظائر ، كمية المعادن الذائبة ومقدار العوالق ، حركة الاحياء المائية ، العادات الغذائية للسكان ، ميكانيكية مزج الملوثات بالماء ، صفات الرواسب في القعر .

بعض المعايير الرئيسية لتعرض الانسان للمواد المشعة [27]

وتعتبر الاشعة الصادرة من النظائر المشعة من الملوثات الخطيرة لما تسببه هذه الاشعاعات من امراض مختلفة ، ويطلق على الفترة الزمنية التي تلزم حتى تتحول نصف المادة المشعة الى مادة اخرى بفترة نصف العمر Half Life . فمثلاً يحتاج عنصر الراديوم الى 365 سنة ، واليورانيوم - 238 فترة نصف عمر تصل الى 4.5×10^9 سنة ويبين الجدول (9 - 6) فترة نصف العمر لانوية بعض ذرات العناصر المشعة ونوعية الانحلال والطاقة الناتجة عنها بوحدات (الميجا الكترون فولت) .

جدول (9 - 6)

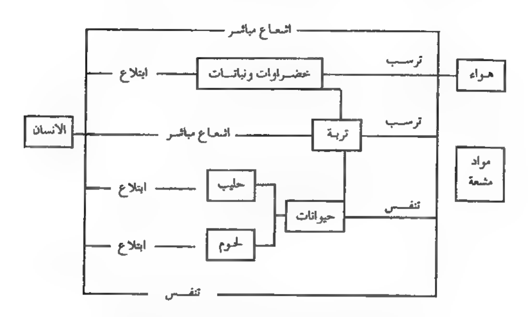
النظير المشع	فترة نصف العمر	نوعية الانحلال ، طاقة الانحلال (ميجا الكترون فولت)
النيوترون	11.7 دقيقة	بيتا ، 0.78
التريتيوم	12.262 سنة	بيتا ، 0.0186
الكربون - 14	5730 سنة	بيتا ، 0.156
الصوديوم - 24	14.96 ساعة	(بيتا ، 1.389) ، (جاما ، 1.369)
الفوسفور - 32	14.28 يوم	بيتا ، 1.71
الكالسيوم - 40	1.36×10^9 سنة	بيتا ، 1.314
الأرغون - 41	1.38 ساعة	(بيتا ، 1.198) ، (جاما ، 1.293)
الكوبالت - 60	5.263 سنة	(بيتا ، 0.314) ، (جاما ، 1.293)
اليورانيوم - 238	4.5×10^9 سنة	ألفا ، 4.2
اليورانيوم - 234	2.48×10^5 دقيقة	ألفا ، 4.75

فترة نصف العمر لانوية بعض ذرات العناصر المشعة [29]

ان تلوث الهواء بالاشعاع يؤدي الى تلوث التربة ومصادر الغذاء ، كما تصل الاشعاعات الى مصادر المياه عن طريق تسرب مواد ادخلت الى الجو او من النفايات التي تطرح في المياه او توضع في التربة او تردم في اعماقها ، ومن هذه الاماكن قد تنتشر المواد المشعة الى مناطق اخرى بواسطة المياه السطحية او الجوفية او بواسطة تعرية التربة . وأياً كانت الطريقة التي تتلوث بها البيئة اشعاعياً فان مخاطرها كبيرة ، فتلوث التربة مثلاً يقود الى تلوث النبات ، وبالتالي تركيز هذه الملوثات الاشعاعية في

أجسام الحيوانات التي تتغذى على النبات ، وتصل الى الانسان عن طريق الحليب او تناول اللحوم مما يؤثر على صحة الانسان ويهدد حياته بالخطر الكبير او الموت ، ويبين الشكل رقم (12) طرق انتقال المواد المشعة للجو والانسان .

شكل (12)



طرق انتقال المواد المشعة المطروحة للجو والانسان [27]

ومن العناصر المشعة السترونشيوم - 90 وفترة نصف العمر لهذا العنصر هي 25 سنة ليفقد نصف اشعاعه ، ويتسم بفاعلية اشعاعية ذات مدى زمني طويل ويشبه عنصر الكالسيوم كيميائياً ، ويتركز في العظام السريعة النمو مثل عظام الاجنة في الارحام ، وعظام الاطفال صغار السن ، ويصل الى العظام عن طريق تراكمه في الاعشاب والنباتات التي تتغذى عليها المواشي ، وبالتالي يتركز في البانها ، ويحصل الانسان على السترونشيوم من النبات والحيوان وخاصة عن طريق الحليب فيتركز في عظام الانسان ، مما يؤثر مباشرة على مخ العظام الذي يعد المعمل لكريات الدم الحمراء ، ومن اول التأثيرات الاصابة بالانيميا « فقر الدم » وقد تتطور الاصابة الى اخطر من ذلك حيث يصاب الانسان بسرطان الدم او سرطان العظام [27] .

كما ينتقل عنصر السيزيوم - 137 الى الانسان عن طريق تناوله للخضار ويتركز في الانسجة الدقيقة مثل الكبد والغدد الجنسية ، وكذلك في الفضلات بدلاً من البوتاسيوم ويبقى فعّالاً لمدة مائة يوم ، وان تجمع السيزيوم 137 ـ الذي يشبه

البوتاسيوم كيميائيا - في الكائنات الحية يؤدي الى الموت . ومن العناصرالمشعة ايضاً اليود المشع 131 الذي يلوث المراعي ويتنقل الى الابقار ثم يفرز في الحليب ويصل الى الانسان بعد استهلاك الحليب فيتركّز في الغدة الدرقية ، وربما يسهم في توليد سرطان الحنجرة ، إضافة الى ان استعمال اليود - 131 بواسطة الخلايا هو نفس استعمال اليود العادي لانه يشبهه كيميائياً ، وتجمع اليود المشع ايضاً في الكائنات الحية يؤدي الى الموت .

ومن المهم الاشارة الى ضرورة حماية الاشخاص الذين يتعاملون مع المواد المشعة بطريقة مباشرة او غير مباشرة من معالجة المواد الاولية الخام من الفضلات الصناعية النووية ، ويجب ان يكون هناك خطوة دفاعية متشابكة تتكون من حواجز وشاشات وصناديق وأقفال ووحدات مراقبة تحول دون اي تماس مباشر مع المواد المشعة او دخول غير مقصود في منطقة ذات اشعاعات مؤينة خطيرة [29,66,199] .

ويبحث العلماء عن ايجاد حلول لمشكلة أحزمة الارض الاشعاعية وأثرها على ابحاث الفضاء بعمل مجال مغناطيسي كهربائي اصطناعي يحيط بسفينة الفضاء كلها يكون من القوة حيث يقوم بحرف جميع الجسيمات التي يقابلها ، ويبحث العلماء في الوقت نفسه عن طريق حماية اخرى كالعقاقير مثلاً التي تزيد او تقلل كثيراً من التأثيرات الضارة للاشعاع على خلايا الكائنات الحية .

ولقياس التلوث بالاشعاع تستخدم اجهزة مختلفة تبعاً لنوع الاشعة المراد قياسها مثل عدّاد ألفا Alpha Counter وعدّاد بيتا Beta Counter وعدّاد جاما Gamma Counter التي تقيس اشعاعات ألفا وبيتا وجاما على الترتيب . كما يستخدم جهاز Isotope Calibrator لقياس عمر النصف للنظائر المشعة ، ويستخدم ايضا طيف الاشعة السينية X- Ray Spectrometer ، وهناك اجهزة مصممة لقياس نوع محدد او خاص من الاشعاع والكشف على جرعاته الخطيرة .

والتلوث الاشعاعي للهواء والملابس والاجهزة يظل دائماً ممكن الحدوث لذلك تستعمل اجهزة مختبرية خاصة (راديوميترات - Radiometers) لفحص مناطق كبيرة وصغيرة يشك بتلوثها اشعاعياً . فيقوم الجهاز عند كشفه عن جرعات الحد المقرر بارسال اشارة الخطر آلياً .

6 - 6 تلوث المياه بالاشعاع

ان التسرب الاشعاعي من خلال الحوادث التي تحدث في المفاعلات النووية او بسبب التجارب النووية في البحار او من النفايات المشعة التي تتسرب من خزانات الصواريخ والمركبات والاقمار الصناعية التي تصل الى الارض ملوّثة الهواء والماء على حد سواء ، مما ادى الى ارتفاع نسبة المواد المشعة ، وان نظائر العناصر المشعة التي تستعمل في الصناعة والزراعة ، والغبار الذري الذي ينتج اثناء الانفجارات مما يؤدي الى تلوث المياه بالاشعاع تاركة تأثيرات خطيرة على الكائنات البحرية كالاسماك حيث تتراكم هذه الاشعاعات في اجسامها مما يؤدي الى اصابة الانسان بالسرطان نتيجة تناول هذه الاسماك في غذائه .

كما ان المواد المشعة التي لا تذوب في الماء التي يبتلعها الانسان مع الاطعمة الملوثة تسبّب سرطان الجهاز الهضمي ، ولقد ادى التوسع في التطبيقات النووية الى مزيد من الاطلاقات البيئية الواسعة الانتشار التي اضافت بدورها الى مقدار المواد المشعة في المياه السطحية والجوفية ، ويمكن ان يكون لها تأثير مباشر على مستويات النشاط الاشعاعي في مصادر المياه المستعملة لامدادات المياه العادمة .

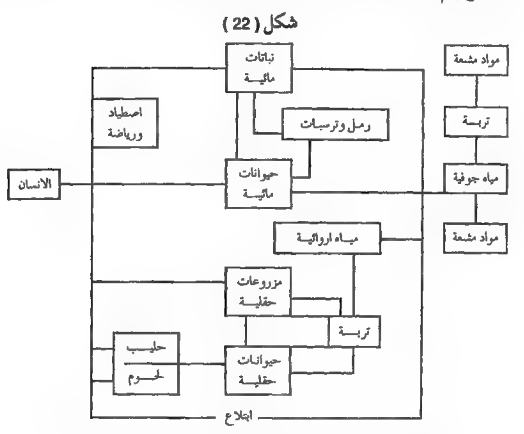
وبالنسبة لمياه الشرب يجب ان لا تتجاوز الجرعة الاشعاعية (0.1 بيكريل /لتر) لاجمالي نشاط اشعة ألفا و (1 بيكريل / لتر) لاجمالي نشاط بيتا الى مدخول شخص بالغ من مياه الشرب مقداره لتران يومياً ، واذا تجاوزت الجرعة الاشعاعية هذا التركيز ، فان ذلك يعرض الشخص لبعض التأثيرات الجسمية الخطيرة والتأثيرات الوراثية التي تؤدي الى تشوهات جنينية .

كما ان للاشعاع المتأين تأثيراً بيولوجياً على الحياة المائية للكائنات ، حيث ان امتصاص كميات من الاشعاع المتأين يضرّ بالعمليات الحيوية لان هذا الاشعاع يحتوي على موجات الكترومغناطيسية من اشعة ألفا والاشعة السينية إضافة الى حبيبات سريعة تحتوي على حبيبات ألفا وحبيبات بيتا وغيرها ، ويؤثر الاشعاع المتأين على الجزيئات المركبة للمكونات الوظيفية والتركيبية للخلايا .

ومن الحوادث التي حدثت وتلوثت مياه المحيطات بسببه وقوع اول حادث نووي في الفضاء وحصلت آثاره الخطيرة على سطح هذا الكوكب في السابع من شباط عام 1983 حين سقط محرك نووي طاقته تقدر بـ 110 كيلوغرام من اليورانيوم 235 المخصب في منطقة المحيط الاطلنطي بين غرب افريقيا وشرق امريكا [107] .

وفي عام 1987 انفجر قمر سوفياتي كان على متنه شحنة نووية زنتها 49 كيلو غراماً من اليورانيوم 235 في شمال كندا فهطلت النفايات المشعة وغطت مساحة كبيرة من الثلوج . كما تتعرض المياه السطحية والجوفية للاشعاعات حيث تصل هذه الاشعاعات الى الانسان من خلال استعمالات هذه المياه للشرب ، ويبين الشكل رقم (22) كيفية وصول هذه الاشعاعات الى الانسان .

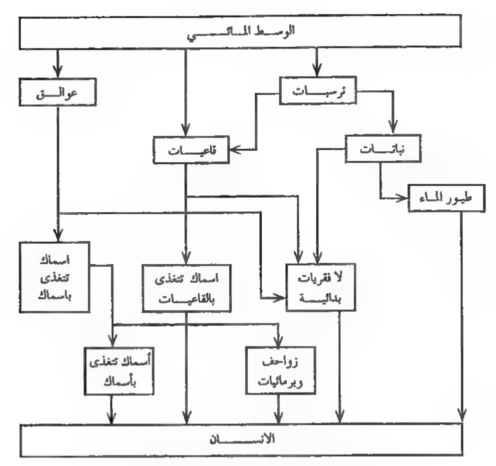
شكل (22)



طرق انتقال المواد المشعة في المياه الجوفية والسطحية والى الانسان [27]

إن تناول الاغذية البحرية التي تلوثت بالاشعاع بسبب تلوث مياه البحر يؤدي أيضاً الى تشكيل خطر كبير على صحة الانسان ، كما ان إجراء التجارب النووية في البحار ادت الى ارتفاع كمية المواد المشعة في اجسام الاسماك والكائنات البحرية الاخرى التي تعيش هناك ، ويوجد الكثير من الاسماك التي تحتوي أجسامها على مواد مشعة ، ووجد ان الانسان الذي تغذى على هذه الاسماك قد أُصيب بالسرطان. ويبيّن الشكل رقم (23) كيفية وصول الاشعاع الى الانسان عن طريق الوسط المائي الملوّث بالاشعاع .

شكل (23)



مسارات الاشعاع كجرعة داخلية ناشئة عن تناول أغذية بحرية وطرق وصولها للانسان [28]

6 - 7 تلوث التربة بالاشعاع

ان التفجيرات الذرية التي تجري في الجو قريباً من سطح الارض عن طريق التساقط الذري والمخلفات المشعة لاستخدامات الذرة في النواحي المختلفة ، بالاضافة الى حوادث التسرب الاشعاعي من المفاعلات النووية أدت جميعها الى زيادة تلوث التربة [21] .

وفي حال وصول هذه الملوثات الى سطح التربة ، فانها تذوب في التربة ويمتصها النبات بشكل أيونات مع غيرها من العناصر اللازمة له عن طريق الجذور

وتتراكم في النبات ، وقد يتلوث النبات عن طريق تساقط المواد المشعة بشكل مباشر على الاوراق والثمار ويتم امتصاص جزء من هذه المواد من قبل النبات ، ويصل هذا التلوث الى الانسان بنسبة 20 % عن طريق التربة و 80 % عن طريق التلوث المباشر للنبات عندما يستعمل الانسان هذه النباتات في غذائه .

وتعتمد درجة امتصاص النظائر المشعة التي لها مدة طويلة بالنسبة لفترة عمر نصف الحياة Half Life على الهيئة الكيميائية التي يكون عليها النظير المشع ، وعندما تقترب النظائر المشعة في هيئتها الذائبة مع جزيئات التربة فقد تمتزAdsorbed او تلتصق مع السطح الخارجي لهذه الجزيئات ، ولذلك يتم التبادل الايوني ثم تترسب على شكل اكاسيد او هيدروكسيدات او كبريتات . وقد تتفاعل هذه الاكاسيد او الهيدروكسيدات او الكبريتات مع المركبات العضوية مكوّنة مركبات معقدة او تبقى في التربة على هيئة أيونات . كما تعتمد درجة امتصاص النظير المشع على معامل الانتشار وعلى اهمية النظير المشع في عملية التمثيل الغذائي للنبات وعلى العوامل الفيزيائية والكيميائية للتربة ، فمثلاً ان ايونات الكالسيوم الموجودة في التربة وبعض الايونات الثابتة التي تنافس ما يشابهها من أيونات العناصر المشعة تكوّن حاجزاً يمنع او يقلل من امتصاص جذور النباتات للمواد المشعة بالتربة .

وقد سبق أن أشرت الى كيفية وصول بعض العناصر المشعة الى الانسان والحيوان عن طريق النبات مثل السترونشيوم 90 الذي يتصرف في التربة وفي جسم الانسان كالكالسيوم ، والسيزيوم 137 الذي يشبه البوتاسيوم كيميائياً ، علماً أن المخاطر التي تتركها هذه العناصر المشعة على صحة الانسان تصل الى حدٍّ خطير جداً في حال تراكمها وزيادة تركيزها خصوصاً عند الاطفال الذين تقل اعمارهم عن اربع سنوات الذين يخزنون السترونشيوم والسيزيوم بسرعة اكثر من الكبار .

8 - 6 تلوث الغذاء بالاشعاع

ان معظم المواد الغذائية التي يستهلكها الانسان تنمو على التربة التي تعتبر المصدر الرئيس لتهيئة كافة العناصر لبناء منظومة البيئة من نباتات وحيوانات ، وبالتالي تهيئة الغذاء اللازم للانسان ، فمثلاً يدخل عنصر البولونيوم - 210 المشع وعنصر الراديوم 226 الموجودان طبيعياً في التربة الى أجسام النباتات بواسطة عملية الاستقلاب « الأيض - Metabolism » واخيراً الى الماء والغذاء ، وتتصرف النظائر

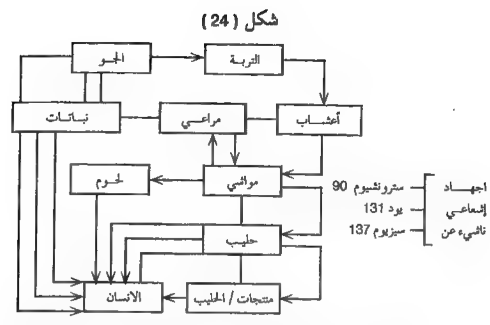
المشعة بنفس الطريقة ، لذلك فالتلوث الاشعاعي شامل لسلاسل الغذاء في العالم .

كما يؤدي امتصاص النظائر المشعة عن طريق جذور النباتات الى ترسب هذه النظائرعلى اوراق واغصان النباتات مباشرة وبذلك فقد تمتص استقلابياً Metabolically الى داخل النباتات ، وتتلوث المحاصيل الزراعية بالاشعاع عن طريق النظائر المشعة خلال الجذور وترسيبها على الاوراق وبالتالي انتقالها الى الانسان مباشرة او قد تنتقل الى غذاء الحيوانات .

ومن الامثلة على ذلك تلوث الغذاء بالسترونشيوم - 90 الذي يشبه الكالسيوم كيميائياً ، ويصل الى الانسان عن طريق تراكمه في النبات والاعشاب التي تتغذى عليها المواشي ، وبالتالي يتركز في ألبانها مما يسبب سرطان العظام ويداهم الاجنة فيسبب تشوهات خلقية للاطفال ، كما يؤدي الى سرطان الدم . ومثله السيزيوم137 الذي يصل الى الانسان عن طريق تناول حليب الابقار ، بالاضافة الى منتجات الحبوب واللحوم والخضراوات التي تساهم مجتمعة بحوالي ثلثي السيزيوم 137 المتناول ، وعند تناول الانسان للسيزيوم من خلال الاغذية الملوثة به ، فانه يترسب منه حوالي 80 % في العضلات و 8 % في العظام ، كما يتركز في الاعضاء والانسجة الدقيقة مثل الكبد ويؤدي ذلك الى سرطان الدم .

ويتلوث الغذاء باليود المشع 131 الذي يتصف بفترة نصف عمر قصيرة تصل الى ثمانية أيام ، والتحلل الاشعاعي لهذا النظير يكون سريعاً مقارنة بالوقت اللازم لانبات ونمو المحاصيل الزراعية ، ولذلك لا يحصل تلوّث خطير من امتصاص الجذور لليود المشع 131، ومن جهة اخرى فقد يدخل اليود المشع اجسام الابقار مباشرة عند تناولها نباتات المراعي الملوّثة خارجياً ومن ثم يصل الى الحليب ومنتجاته مما يؤدي الى احتمال حدوث تلوث باليود يتأثر به الانسان ، ويجب ان يؤخذ هذا بعين الاعتبار حيث يسبب سرطان الغدة الدرقية ، ويبين الشكل رقم (24) مسارات الاشعاع كجرعة داخلية ناشئة عن تناول اغذية ملوثة .

شكل (24)



مسارات الاشعاع كجرعة داخلية ناشئة عن تناول اغذية ملوثة [27]

كما يبين الجدول(10 - 6) بعض انواع الاضرار البيولوجية الخطيرة نتيجة الاشعاع .

جدول (10 - 6)

مستوى النظام البيولوجي	التأثيرات البيولوجية المهمة
1 - جزيئـي	تدمير الجزيئات الكبيرة مثل الانزيمات ، الحامض النووي الرايبوزيRNA ، والحامض النووي الديوكسي رايبوزيDNA تشويش عمليات التمثيل الغذائي.
2 - دون الخلوي	تدمير الاغشية الخلوية ، النواة الكروموسومات ، المايتوكوندريا والليسوسومات .
3 - الخلـوي	اعاقة الانقسام الخلوي ، الموت الخلوي التحول الى الحالة الخبيثة (السرطانية) .
4 - النسيج ، العضو	تعطيل بعض الاجهزة مثل الجهاز العصبي المركزي ، نخاع العظم ، القناة الهضمية بحيث يحتمل ان تؤدي الى موت الحيوانات واحداث السرطان .
5 - الحيوان بكامله	الموت ، تقصير العمر الاشعاعي .
6 - مجاميع الحيوانات	تغيير في الصفات الوراثية بسبب الطفرات الجينية والكروموسومية في افراد الحيوانات .

بعض انواع الاضرار البيولوجية الخطيرة نتيجة الاشعاع [28]

9 - 6 الكوارث البيئية الناتجة عن حوادث التلوث بالاشعاع

مازالت تعيش في أذهان العالم حتى هذه اللحظة كارثة مدينتي ناغازاكي وهيروشيما في اليابان عندما ألقت أمريكا قنبلتين ذريتين عام 1945، ونجم عن هذه الكارثة قتل اكثر من 100000 شخص وجرح نصف مليون مواطن ياباني كانت اصابات 20 % منهم بالامراض الاشعاعية ، كما تم تدمير 75 % من المباني بالكامل ، ومازالت آثار التشوه الخلقي نتيجة هذه الكارثة ماثلة في ذهن الشعب الياباني ، فقد أثبتت التجارب ان السرطان الناتج عن تعرض الاشخاص للاشعاع قد حدث بنسب عالية اكثر مما هو متوقع ، وكان سرطان الدم هو السرطان الوحيد الذي كان منتشراً بكثرة في المناطق التي تأثرت بكارثة القاء القنبلتين ، الا ان سرطانات من انواع اخرى بدأت تظهر ، بالاضافة الى وجود تأثيرات وراثية ذرية على الناجين بسبب الاشعاعات المؤذية ، وقد ثبت ان الاشعة الذرية تؤثر في ايجاد امراض الغدد التناسلية مثل العقم المؤقت ، وتشوه المولود والاجهاض للمرأة الحامل ، كما تؤثر على الجلد وتؤدي الى حدوث تقرحات في جدار المعدة وحدوث اضطرابات هضمية وغثيان وقيء واسهالات تكون مختلطة بالدم .

ومن الحوادث ايضاً ان التعرض لاشعاعات الراديوم له مخاطر كبيرة ، واكثر انواع التعرض هو ما حدث لمجموعة من الشابات يعملن في طلي عقارب الساعة بالراديوم حيث دخل الراديوم الى الجسم بصورة رئيسية عن طريق ترفيع الفرشاة بشفافهن ، وأدى ذلك الى اصابتهن بسرطان اللسان Tongue Cancer.

ومن اهم الكوارث الاشعاعية التي حدثت في العالم كارثة مفاعل تشرنوبل في مدينة كييف السوفياتية في شهر نيسان عام 1986 حيث أدى الهواء المشع الى تلويث مصادر المياه والغذاء والتربة ، وبشكل عام تلوث البيئة بالاشعاعات المختلفة ، فمثلاً لقد كان مستوى الاشعاعات النووية في سواحل السويد على بحر البلطيق يفوق المستوى الطبيعي بمائة مرة ، وبتحليل العينات الفضائية وجد السويديون انها تحتوي على (سيزيوم - 134 , 137 , 143) ، يود - 131 ، موليبديوم 99 ، روثنيوم 103 ، لانثاين 140 ، وزركونيوم 95 وعناصر مشعة اخرى لا توجد في الفضاء في الحالات العادية ولا تنشأ إلا عن تفجير نووي .

وكان مستوى الاشعاع في بولندا في الخامس من أيار عام 1986 اكبر من

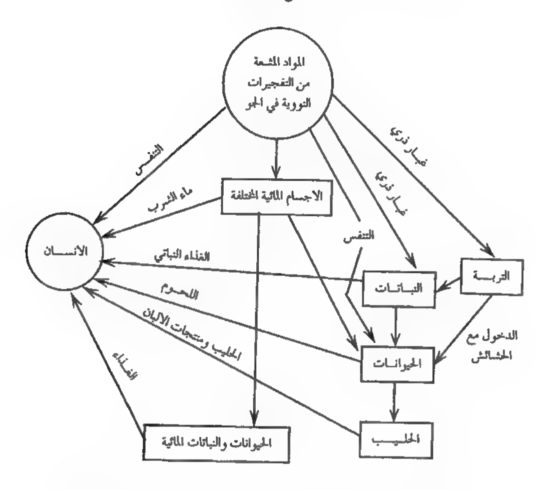
المستوى الطبيعي بـ 500 مرة ، ووصلت نسبة المواد المشعة في هولندا في نهر الراين الى 80 ضعفاً ، وبلغت نسبة اليود 131 المشع في بعض المراعي ما يقارب 170000 بيكريل ثم تبين ان اليود 131 قد امتد الى أماكن كثيرة . كما ان مياه المطر في انجلترا قد تلوثت بالاشعاع حيث اصبح يحتوي اللتر الواحد من الماء على 300 بيكريل ، ووصلت نسبة الاشعاع في مياه سكوتلاندا الى 100000 بيكريل / لتر ، وكذلك لم تسلم المدن الالمانية من هذه الكارثة ، ففي اليوم السابع من ايار عام 1986 كانت نسبة التلوث في مدينة أيسن 10000 بيكريل وفي مدينة بون 25000 بيكريل مما حدا بالسلطات الالمانية الى اتخاذ احتياطات وتدابير لتجنيب السكان آثار التساقط النووي ، ونصحت بابقاء الصغار داخل المنازل وعدم الاغتسال بمياه الامطار ، وغسل الخضار والفواكه غسلاً جيداً ، والاحتفاظ بالماشية في الاصطبلات ، وامرت السلطات الالمانية بالتخلص من اطنان الفاكهة والخضراوات ، كما قامت هولندا بحرق عشرات الالوف من لترات الحليب [29] .

ونجم عن كارثة تشرنوبل آثار صحية منها آثار حادة مبكرة Acute Effect وأخرى لها آثار متأخرة ، وتراوحت نسبة الجرعات التي لها آثار حادة ما بين (1600 - 200) راد ، وكانت آثار الاشعاع ناجمة عن اشعة جاما (γ) التي تخترق الجسم ، وآثار ناتجة عن اشعة بيتا (B) غير المخترقة للجسم ، وقد أدت اشعة جاما Gamma Ray الى قصور حاد في نخاع العظام ، بالاضافة الى اعراض معوية حادة ، وتراوحت نسبة الجرعات في المدن ما بين (1000 - 800) راد ، وادت اشعة بيتا Beta Ray الى حروق شديدة لدى 48 شخصاً وغطت الاصابة 90 % من سطح الجسم حيث تسببت هذه الحروق بوفاة المصابين .

كما ترك الحادث تأثيراً وراثياً على الاجنة في الارحام خلال الفترة التي تتراوح اعمارها بين (15 - 8) اسبوعاً وقدّرت نسبة احتمال الاصابة بالتخلف العقلي الحاد بـ 40 % من كل 100 راد اثر التعرض لتشعيع لحظي حاد . وادت المنتجات المشعة الصادرة عن حطام مفاعل تشرنوبل الى مشاكل صحية بالنسبة للانسان في الدول الاوروبية حيث زادت كمية الجرعة الاشعاعية التي يتلقاها المواطن في هذه الدول ، مما تسبب في وفاة 32 شخصاً نتيجة الحروق وتليّف انسجة الدماغ والكلية واصابة 206 شخصاً ، وتوقع احد علماء الجمعية الكيميائية الامريكية انه سيصاب خلال الـ 70 سنة القادمة ما يزيد على مليون شخص بالسرطان من مختلف

أنحاء العالم بسبب تعرضهم للاشعاعات المنبعثة من مفاعل تشرنوبل [11] ، وارفق هنا مخططاً يبين كيفية انتقال المواد المشعة الناتجة عن التفجيرات النووية الى الانسان .

شكل (25)



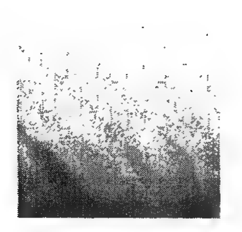
مخطط يبين كيفية انتقال المواد المشعة الناتجة عن الانفجارات النووية الى الانسان [44]



الفصل السابع

التلــــوث الضوضائـــي

Noise Pollution



التلوث الضوضائي

1 - 7 ما المقصود بالتلوث الضوضائي ؟

يعتبر الضجيج شكلاً من أشكال التَلوث وخصوصاً في المدن الكبرى ،حيث سادت الفوضى القيم الاخلاقية واصبح سكان المدن الكبرى في حالة قلق دائم بسبب تشويه الحياة بالاصوات المزعجة وتخريب المظاهر الجمالية للطبيعة ، كما اصبح الضجيج يسيطر على الانسان ويكدّر عليه عيشه ويعكّر كل اسباب الراحة والهدوء [11] .

ولقد اصبح من ابرز سمات المجتمع المعاصر في أيامنا هذه القلق وعدم الاستقرار والاضطراب والفوضى ، ممّا جعل اعصاب الانسان متوترة مشدودة ، ولم يعد يعيش في هدوء وسكينة رغم توافر الكثير الكثير من وسائل الراحة ، ولم يتوقف الامر عند هذا الحد ، فقد غابت الكثير من المظاهر الجمالية في الحياة فلم نعد نسمع الاصوات الهادئة مثل زقزقة العصافير وخرير المياه وغابت هذه المناظر التي تريح النفس بعد ان طغت عليها زمجرة اصوات التكنولوجيا وهدير الصناعة الى غير ذلك من مسببات الضوضاء حيث الاصوات المزعجة لوسائل النقل من سيارات وطائرات وقطارات وحركة آلات المصانع التي تتحرك يميناً وشمالاً ، نزولاً وصعوداً مصدرة مزيجاً من الاصوات المزعجة التي تؤثر على صحة الانسان .

ويمكن ان نعرّف التلوث الضوضائي Noise Pollution بانه « حالة تداخل مزيج من الاصوات المزعجة التي تؤثر على صحة الانسان حيث اصبحت هذه الاصوات مصدر قلق تؤرق راحة الانسان وتؤثر على الجهاز السمعي والجهازالعصبي اذا تجاوزت الحدود المسموح بها » . ويقاس التلوث الضوضائي بوحدة قياس تسمى الديسيبل Decible الذي يعبر عن وحدة قياس ارتفاع الصوت او شدة الصوت « مستوى الضغط السمعي » .

ان هذا النوع من التلوث الذي يقضُ مضاجع الانسان ارتبط كما هو واضح بالتقدم الصناعي والتكنولوجي ووسائله المتطورة التي تحدث كماً هائلاً من الاصوات التي تحيط بنا وتغرقنا في بحر من الضجيج المستمر ، فالمكيفات ومكبّرات الصوت والغسالات والمسجلات واصوات السيارات والشاحنات والدراجات النارية والآلات الثاقبة التي تكسِّر الاسفلت « ضاغطات الهواء Compressors » ووضع المطارات

في وسط المدن كلها تسهم في احداث الضجيج غير المحتمل ليس للانسان وحده ، بل والحيوانات فتجدها هاربة في كل اتجاه ، واثر ذلك على مظاهر الجمال لسلوك الطيور حيث طغت هذه الاصوات المزعجة على اصواتها وانغامها الموسيقية الرائعة ، فكان قرارها ان تهاجر بعيداً بعيداً عن عالم الفوضى والاضطراب .

2 - 7 مسبّبات او مصادر التلوث الضوضائي

لقد أشرت الى ان التقدم التكنولوجي والصناعي الذي شهدته الكثير من الدول كان السبب الرئيس وراء حدوث هذا النوع من التلوث ، وسأذكر هنا أهم مصادر التلوث الضوضائي مع شيء من التفصيل :

الضوضاء الناتجة عن وسائل النقل

للطائرات النفاذة Supersonic Planes التي تسير بسرعة اكبر من سرعة الصوت تأثير خطير على صحة الانسان بسبب الصوت الشديد الذي ينجم عنها ، كما يؤثر ضجيجها على الطيور ويسبب موتها عند اختراق الطائرة النفاذة لحاجز الصوت ، ولقد أشارت احدى الدراسات التي اجرتها جامعة كاليفورنيا الى ارتفاع نسبة الامراض والوفيات في المناطق القريبة من المطارات حيث يعمل ضجيج الطائرات على زيادة التوتر والقلق ، وتوصل الباحثون الى ان نسبة الوفاة بمرض تليّف الكبد تزيد بمقدار 140 مرة في المنطقة القريبة من مطار لوس انجلوس في امريكا عن المنطقة التي تبعد تسعة كيلومترات ، بالاضافة الى وجود حالات من التشوه الخلقي لدى المواليد بسبب ضوضاء الطائرات التي يصل فيها مستوى الضوضاء الى 120 ديسيبل خلال اقلاع الطائرات او هبوطها .

كما ان هناك مستوى من الضوضاء ينتج عن حركة الشاحنات الثقيلة والسيارات والقطارات ، ويعتمد هذا المستوى الذي يتعرّض له الانسان على بعد المسافة بينه وبين مصدر الضوضاء ، فمثلاً اذا كانت الشاحنة تبعد عن الانسان مسافة ستة امتار فانه يتعرض لمستوى مرتفع من الضوضاء يتراوح بين(100 - 90) ديسيبل .

وحدّدت الكثير من الدول معدل الضجيج الصادر من الشاحنات والسيارات في بلادها ، ومن هذه الدول بريطانيا التي حدّدت معدل الضجيج للشاحنات والسيارات الثقيلة Heavy Truks التي يقل وزنها عن 12 طناً من (92 - 85) ديسيبل ، كماحدّدت اليابان هذا المعدل عام 1971 بـ 80 ديسيبل للشاحنات و 70 ديسيبل

للسيارات [107] .

والصوت الناتج عن وسائل النقل او غيرها من وجهة فيزيائية هو ارتجاجات وتموجات عرضية هوائية بسرعة تساوي 340 م / ث . وقد ثبت ان تعرض السائق للضجيج بمعدل 88 ديسيبل يقلل من قدرته على الانتباه بنسبة 10 % ، وتزداد هذه النسبة الى 20 % في حال تعرضه الى 95 ديسيبل . وينتج مصدر الضجيج في السيارة من المحرك بالاضافة الى الاطارات والفرامل وانظمة النقل وتذبذب الهواء وجسم السيارة [5] .

والزيادة في حمولة السيارة تسبّب ارتفاعاً للضجيج بمعدل 7 ديسيبل ، لذلك فان بعض الدول منعت استعمال السيارات ذات الضجيج المرتفع ، واستعمال الزامور المزعج ، بالاضافة الى ان بعض الشركات تستخدم الفولاذ في صناعة السيارات الذي يمتاز بقدرته على امتصاص الضجيج ، ويمكن التقليل من الضوضاء عن طريق استخدام كاتم الصوت Mufflers ومراوح ساكنة Quieter Fans ، كما تحدث القطارات ايضاً مستويات عالية من الضجيج تصل الى 95 ديسيبل في صالون الركاب.

ويبين الجدول رقم (1 - 7) مستويات الضوضاء في بولندا من مصادر مختلفة .

جدول (1 - 7)

مصدر الضوضاء	مستوى الضوضاء بالديسيبل (db)	بعد مصدر الضوضاء عن نقطة القياس
سيارة صالون	85	3 متر
سيارة شحن	92	3 متر
عربة قطار	89	7.5 متر
دراجة نارية	100	3 متر
قطار ركاب	107	3 متر
طائرة نفاثة	110 - 120	مسافات مختلفة
فرملة المحركات النفاثة	130	10 متر
محطة طاقة كهروحرارية	86	50 متر
منشار خشب	93	25 متر

تابع جدول (1 - 7)

مصدر الضوضاء	مستوى الضوضاء بالديسيبل (db)	بعد مصدر الضوضاء عن نقطة القياس
صفارة الانذار	80 - 100	مسافات مختلفة
صفارة القطار	100 - 120	مسافات مختلفة
مصانع المباني الجاهزة	96	20 متر
قطار كهربائي	69	7.5 متر

مستويات الضوضاء في بولندا [107]

الضوضاء الناتجة من الأماكن السكنية والمصانع

ويستعمل في هذه الأماكن اجهزة التجفيف Dryers والغسّالات Washers واجهزة الستيريو Stereos واجهزة الراديو والتلفزيون والاجهزة المنزلية الاخرى مثل المضخات والموتورات ، هذا بالاضافة الى الضوضاء الناجمة عن الماكينات والمكاتب Machinary office Noise حيث توجد الآلات الكاتبة والمطابع Presses وماكينات النسخ Copy Machines .

ويبين الجدول رقم (2 - 7) مستويات الضجيج بالديسيبل لبعض مصادر الصوت ومن ضمنها ضجيج المصانع التي تنتج عن حركة الآلات المختلفة حسب نوع المصنع الذي تستخدم فيه هذه الآلات .

جدول (2 - 7)

مصدر الصوت	مستوى ارتفاع الصوت (ديسيبل)
محرك الطائرة على مسافة 5 أمتار	116
ضجيج المصانع	(20 - 100)
مكتب للطبع والطباعة والضرب على الآلة الكاتبة	(60 - 80)
ضجيج الشوارع	(60 - 90) واكثر
دق الساعات على مسافة 50 سم	30
حفيف الشجر عند وجود الريح	10

مستويات الضوضاء لبعض مصادر الصوت [5]

3 - 7 الاضرار الصحية الناجمة عن التلوث الضوضائي

يترتب على المستويات المرتفعة من الضوضاء اخطار كبيرة حيث تؤثر على الاعصاب وتلحق الضرر بصحة الانسان الجسدية والنفسية ، فتظهر على الاشخاص الذين يتعرضون للضوضاء علامات الكآبة والضيق والصداع وصعوبة التركيز ، كما يسبب الضجيج المرتفع عند الانسان ألماً ودوراناً في الرأس واحساساً بالخوف ، وتحت تأثير ذلك تحصل عدة تغييرات في جسم الانسان منها احداث خلل في عمل الجهاز العصبي الذي يمكن ان يؤدي الى صمم في الاذنين ، وان التأثير على الجهاز العصبي يقود الى عجز في النوم مع ارتكاسات تتجلى بالصداع وتوتر الاعصاب والارهاق اذا وصلت نسبة الضوضاء الى 90 ديسيبل ، وتشير الاحصائيات الى ان اكثر من 70 % من مرضى الاعصاب الذين يدخلون المستشفيات في العالم يتعرضون لضوضاء تتراوح ما بين (100 - 80) ديسيبل [5,11] .

ويقدّر عدد الاشخاص في كافة انحاء العالم من فئة العمر(60 - 50) سنة الذين فقدوا سمعهم جزئياً او كلياً بعشرات الملايين ، ومن المتوقع ان تزداد نسبة هؤلاء الاشخاص بالنسبة للجيل الحاضر من الشباب عند بلوغهم تلك السن بسبب تعرضهم المتزايد للضوضاء مقارنة بالاجيال التي سبقتهم [44] .

كما أن للضجيج دوراً في الاصابة بالامراض الناتجة عن التوتر مثل القرحة بانواعها وضغط الدم ، ويرى الاخصائيون ان المستويات العالية من الضوضاء قد تؤدي الى عوامل اخرى وامراض بيئية تصيب قوقعة الاذن بمضاعفات مثل الاصابة بالسكري او ضغط الدم او تصلّب الشرايين ، وهذه المتغيرات الفسيولوجية وغيرها من الامراض العضوية التي لها تأثير سيء على سمع الانسان . وفي حالة وصول مستوى الضوضاء الى 130ديسيبل ، فان ذلك يحدث تدميراً لميكانيكا السمع ، ويرافق ذلك آلام شديدة تؤثر على الجهاز العصبي والدورة الدموية وتزيد من سرعة نبض القلب وافراز الادرينالين مما يؤدي الى ارتفاع ضغط الدم او هبوط القلب الذي يتسبب بالوفاة [166,178] .

وأشارت احدى الدراسات الامريكية انه في حالة وصول مستوى الضوضاء الى 80 ديسيبل او اكثر فان ذلك يؤدي الى الارهاق والاجهاد للانسان وخصوصاً السيدات حيث يؤثر على لون البشرة وجمالها ، كما يبدو على الذين يعملون في

اماكن كثيرة الضوضاء شحوب البشرة وجفافها .

وأثبتت الابحاث العلمية والتجارب ان الجنين يكون هادئاً ونبضات قلبه منتظمة اذا سمع اصواتاً موسيقية هادئة ، وفي حالة الاصوات الصاخبة تتغير حالة الجنين حيث تحدث اضطرابات شديدة في صورة تحرك شديد للاطراف وازدياد ضربات القلب ، بالاضافة الى ذلك فان التأثير الضوضائي قد يؤدي الى الامراض العصبية والنفسية والعقلية الى جانب الامراض العضوية التي يسببها التوتر [107,166,178] .

كما اكدت الابحاث العلمية ان المستوى العالي من الضوضاء يؤثر سلبياً على الحالة النفسية والبدنية للانسان ، فمثلاً تنخفض كفاءة الشخص الذي يقوم باعمال كتابية بسبب الضوضاء بمعدل 60 % ، وتقل كفاءة من يقوم باعمال بدنية بمعدل 30 % ، ويبين الجدول (3 - 7) مستويات الضوضاء المسموح بها طبقاً لقانون السلامة المهنية والصحة .

جدول (3 - 7)

الزمن المصرح به في اليوم بالساعات	المنسوب الصوتي بالديسيبل
16 hr	85
12 hr	87
8 hr	90
6 hr	92
4 hr	95
3 hr	97
2 hr	100
1.5 hr	102
1 hr	105
0.5 hr	110
> 0.25 hr	115

مستويات الضوضاء المسموح بها طبقاً لقانون السلامة المهنية والصحة [مصادر متعددة]

وتترك الضوضاء كذلك تأثيرات انفعالية على الانسان ، ويعتمد ذلك على مستوى شدة الضوضاء التي يتعرض لها الشخص ، ويبين الجدول (4 - 7) مصادر الضوضاء التي تتركها مستويات مختلفة من شدة الضوضاء مقاسة بالديسيبل .

جدول (4 - 7)

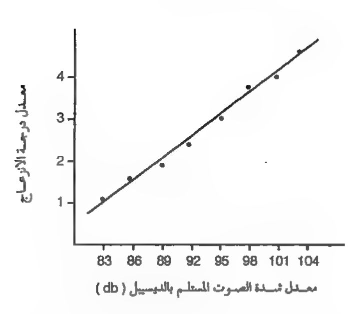
شدة الضوضاء المستلمة بالديسيبل	ملاحظات وامثلة على المصدر المصوت	درجة الازعاج
132	مهما كان المصدر يؤدي الى تخريبات في الاذن بعد التعرض لمدة 30 دقيقة.	خطورة عالية - أكثر من الازعاج .
128	—	مزعج جداً .
118	طائرات نفاثة سرعتها اقل من الصوت على بعد 700 قدم .	مزعج .
113	—	درجة متوسطة من الازعاج .
109	—	درجة منخفضة من الازعاج.
100	طاحونة الصخور .	درجة منخفضة من الازعاج.
96	شاحنة كبيرة على بعد 50 قدم .	درجة منخفضة من الازعاج.
94	—	ابتداء الشعور بالازعاج .
92	حركة المرور وسط المدينة .	حدود عليا مقبولة .
87	رنين جرس التلفون على بعد 10 قدم.	—

التأثيرات الانفعالية التي تتركها مستويات مختلفة من شدة الضوضاء على الانسان [44]

وأرفق هنا شكلاً يبين العلاقة بين معدل شدة الصوت ومعدل درجة الازعاج الناتجة عن ضوضاء الطائرات النفاذة .



شكل (26)



تدرج الازعاج من ضوضاء الطائرات النفاذة [44]

ولا يتوقف تأثير الضوضاء على الانسان وحده ، بل تمتد هذه الآثار الضارة الى الحيوانات الأليفة والبرية حيث تنخفض كمية الحليب عند الابقار حال تعرضها لمستوى عالٍ من الضوضاء خلال عملية الحلابة، لان ذلك يؤثر على اعصابها وعلى حركة عضلاتها التي تساعد على تفريغ ضرع الابقار ، كما تؤثر الضوضاء على نقص كمية البيض عند الدواجن واحداث نقص في اوزان المواشي .

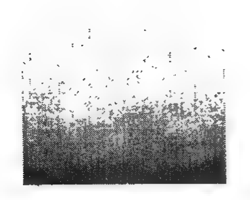
وقد تسبب التلوث الضوضائي في الحاق خسائر اقتصادية لكثير من الدول ، وقدّرت خسائر الحكومة الالمانية مثلاً بما يقارب 30 مليار مارك حيث يتعرّض اكثر من تسعة ملايين شخص الى مستوى ضوضاء اكثر من 65 ديسيبل ، ويتعرض في بولندا حوالي نصف مليون عامل الى مستوى ضوضاء اكثر من 95 ديسيبل ، ممّا تسبب في تلف الاجهزة السمعية لما يقارب 8000 عامل منها سنوياً ، اضافة الى ما نسبته 13 % من سكان بولندا الذين يعانون من ضعف شديد بالسمع بسبب ارتفاع مستويات الضوضاء هناك ممّا يكلّف بولندا مبالغ كبيرة تنفقها على العلاج .

وللتقليل من نسبة التلوث الضوضائي فقد ثبت ان لدى اوراق الاشجار القدرة على امتصاص ما نسبته 35 % مقارنة مع المناطق التي تزرع فيها الاشجار ، ووجد كذلك ان المسطحات الخضراء تقلّل من الضوضاء بنسبة تصل الى 40 % ، كما ان الحواجز الاسمنتية والترابية تقلل من انتشار الضجيج ، وفي هذا المجال سعت بعض الدول للتقليل من مستويات الضوضاء الناتجة عن حركة السيارات والقطارات فقد انتجت احدى الشركات الفرنسية مادة لها القدرة على امتصاص الضوضاء الناتج عن حركة السيارات ، كما توصل المهندسون في اليابان الى تصنيع جدران بلاستيكية لا يزيد ارتفاعها عن متر واحد لديها القدرة على امتصاص هدير اصوات القطارات بنسبة 75 % حيث اقيمت هذه الجدران على محاذاة السكك الحديدية والطرق السريعة .

الفصل الثامن

دور البعد التربوي في الحد من مشكلة التلوث البيئي

The Role Of Educational Dimension In Limitation Of Environmental Pollution Problem



دور البعد التربوي في الحد من مشكلة التلوث البيئي

يعتبر البعد التربوي Educationanl Dimension من ابعاد مشكلة التلوث البيئي التي لها أهمية كبيرة ، وذلك من خلال نشر الوعي البيئي المرتكز على اخلاقيات بيئية Environmental Ethics تدعو الجميع لضرورة الانتماء الى هذه القرية الكونية بايجابية وتفاعل ، وان نقطة انطلاق الاهتمام في هذا الجانب بدأت من مؤتمر ستوكهولمStockholm Conference الذي عقد خلال الفترة ما بين (16 - 5) حزيران عام 1972 تحت عنوان « عالم واحد فقط » حيث تضمن المؤتمر ان الانسان صنيع بيئته وصانعها في آن واحد ، وأن بين المجتمع والبيئة علاقة وثيقة فهي معيله الطبيعي الذي يوفر له الفرصة للنمو الفكري والاجتماعي والروحي [170] .

والسؤال الذي يطرح نفسه هنا : **ماذا نقصد بالبعد التربوي او التربية البيئية ؟!**

لقد عرّفت جامعة الينوي الامريكية التربية البيئية Environment Education بانها « نمط من التربية يهدف الى معرفة القيم وتوضيح المفاهيم وتنمية المهارات اللازمة لفهم وتقدير العلاقات التي تربط بين الانسان وثقافته وبيئته البيوفيزيائية ، كما انها تعني التمرّس على اتخاذ القرارات ووضع قانون للسلوك بشأن المسائل المتعلقة بنوعية البيئة » [11] .

وعرّفها القانون العام للولايات المتحدة رقم (516 - 91) بانها « عملية تعليمية تُعنى بالعلاقات بين الانسان والطبيعة وتشمل علاقة السكان والتلوث وتعدد السكان والتلوث وتوزيع الموارد واستنفاذها وصونها ، والنقل والتكنولوجيا والتخطيط الحضري والريفي مع البيئة البشرية الكلية » .

وتهدف التربية البيئية كمفهوم ، الى بناء المواطن الايجابي الواعي بمشكلات البيئة وتنمية الوعي باهمية البيئة وتنمية القيم الاجتماعية ودراسة المشكلات البيئية وتحليلها من خلال منظور القيم وتنمية المهارات اللازمة لفهم وتقدير العلاقات التي تربط بين الانسان وبيئته البيوفيزيائية ، وتهدف ايضاً الى تنمية اخلاق بيئية تسعى الى ايجاد التوازن البيئي ورفع مستوى المعيشة للافراد وتنمية مفهوم جماهيري اساسي للعلاقات الانسانية والتفاعلات البيئية ككل ، بالاضافة الى تزويد المواطنين بمعلومات دقيقة وحديثة عن البيئة ومشكلاتها بهدف معاونتهم على اتخاذ القرارات السليمة لاسلوب التعايش مع البيئة وتوعية المجتمع بان من حق كل مواطن اتخاذ القرارات

بشأن المشكلات البيئية .

ويقع على عاتق التربية البيئية مسؤوليات ضخمة لتحقيق التعاون بين الدول لتوفير حياة كريمة لكل البشر عن طريق الاستغلال العلمي للموارد المتاحة وتوجيه الاهتمام الى المشكلات البيئية المعاصرة ، وضرورة دراسة المشكلات الناجمة عن التغييرات التكنولوجية التي احدثها الانسان وكانت لها آثار سيئة على الانظمة البيئية كالتلوث .

وتتمثل مسؤولية التربية البيئية ايضاً في دراسة المشكلات البيئية وتحليلها من خلال منظور شامل وجامع لفروع المعرفة تتيح فهمها على نحو سليم ، كما دعت ندوة بلغراد عام 1975 الى اهمية التربية البيئية التي تهدف الى تكوين جيل واع مهتم بالبيئة وبالمشكلات المرتبطة بها ولديه المعارف والقدرات العقلية والشعور بالالتزام ما يتيح له ان يمارس فردياً وجماعياً حل المشكلات القائمة وان يحول بينها وبين العودة للظهور [10,11,169,170].

ومن هنا ، فان التربية البيئية اصبحت بعداً مهماً من ابعاد مشكلة التلوث البيئي من خلال غرسها لاخلاقيات بيئية عند الافراد ، وفي هذا الاتجاه يقول « ليوبولد » استاذ البيئة الشهير « اننا نحقق فكرة أخلاقية المحافظة على الارض حين ننظر على انها مجتمع ننتمي اليه ، وبذلك يمكننا ان نستخدم الارض بطريقة تنم عن الحب والاحترام » [10,11] .

والتربية البيئية المرتكزة على وعي بيئي كبير واخلاق بيئية رفيعة كفيلة في ان تسهم في الحد من التلوث وتدهور الحياة ، بالاضافة الى دور العقيدة التربوية في غرس القيم الايمانية والسلوكيات الايجابية للتعامل مع البيئة ، وقد سبق ان اصدرت كتاباً بعنوان « التلوث البيئي » تطرقت من خلاله الى نظرة المجتمع التربوي الاسلامي للبيئة ومشاكلها ، ولا يتم ذلك الا بتنمية الضمير البيئي لدى الافراد [11,19,45] .

ونظراً ، لإن منطقتنا العربية تأثرت بافرازات مشكلة التلوث البيئي ، فقد اولت مفهوم التربية البيئية كل اهتمام من خلال المؤتمرات والندوات التي تمّ عقدها في مواقع شتى من عالمنا العربي ، ومنها ندوة التلوث التي عقدت في القاهرة عام 1972 تحت اشراف المنظمة العربية للتربية والعلوم والثقافة التي اوصت بضرورة الوعي المعرفي بموضوع التلوث من خلال المحاضرات والندوات والنشرات والحد من انشاء المصانع داخل الاراضي الزراعية ، ودعت الى زيادة التشجير ومنع التعدي على

المناطق المشجرة لمنع التلوث ، كما اوصت الحلقة العربية للتربية البيئية التي انعقدت في الكويت عام 1976 الى ضرورة ابراز دور التربية البيئية في تنمية سلوك الأفراد تجاه الحفاظ على المصادر الطبيعية في البيئة والمشكلات البيئية العربية والمحلية ، وضرورة ايجاد فلسفة تربوية تؤكد على واجبات الفرد إزاء صيانة وتنقية وتجميل البيئة .

وفي وطننا العربي ، علينا ان ندخل التربية كبعد اساسي ومهم من ابعاد النظام التربوي الشامل ، الذي لا يغفل كذلك جانب العقيدة التربوية الدينية التي تسهم في الحد من مخاطر مشكلة التلوث البيئي ، من خلال غرس اخلاقيات بيئية رفيعة عند الافراد بدءاً من الروضة وحتى أعلى مراحل التعليم ، ومن الضروري ان تمارس هذه الاخلاقيات عملياً من خلال انخراط الافراد بشكل مجموعات عن طريق المشاركة لان ذلك يقوّي روح الانتماء للبيئة ويجعلها جميلة نظيفة ، لاسيما وان هناك مساحات شاسعة من الوطن العربي مازالت جرداء بدون تشجير ، وان نسبة مساحة الغابات في الوطن العربي منخفضة حيث لا تتجاوز 2% من مجموع المساحة الكلية للوطن العربي .

إن التربية البيئية تحرص كذلك على بناء الانسان المتطور في عقليته وفكره ، وهذا امر من الاهمية بمكان ، لاننا اذا نجحنا بذلك نكون قد تخلصنا من مظاهر الاستهلاك غير المبرر ، ونتخلص من السلوكيات الخاطئة والاخلاقيات غير السليمة التي تحكمها نوازع الانانية وحب الذات ، ونغرس قيماً بيئية جديدة يحكمها الايثار وحب الطبيعة والجمال ، وبالتالي نحافظ على التوازن البيئي في بيئتنا المحلية والعربية من خلال استثمار الموارد دون ان يكون انفلات او فوضى في التصرفات ، فنكون قد اسهمنا في انقاذ هذا التوازن من الاستمرار في الهبوط والانحدار نتيجة ادخال عناصر جديدة ادت الى رد فعل عنيف في النظام الحيوي .

وخلاصة القول ، فان التربية البيئية تسهم في الحد من مشكلة التلوث البيئي عن طريق نشر الوعي الذي يتمثل في مساعدة الافراد والجماعات على اكتساب الوعي والتفاعل مع البيئة ومشكلاتها وبناء المواطن الايجابي الواعي لمشكلات بيئته ، بالاضافة الى تزويد الافراد بالمعرفة التي تساعد على اكتساب فهم اساسي بالبيئة الشاملة ومشكلاتها ، والمساعدة على اكتساب القيم الاجتماعية والمشاعر القوية بالاهتمام بالبيئة والدوافع للمشاركة في صونها وحمايتها ، وكذلك مساعدة الافراد

على اكتساب المهارات لحل المشكلات البيئية وغرس روح المشاركة الايجابية والعمل على تطوير الشعور بالمسؤولية وضرورة المساهمة في وضع الحلول الملائمة للمشاكل البيئية المختلفة [103,104,105] .

ونخلص ايضاً الى ان التربية البيئية تعتبر رسالة سامية من خلال اهدافها ووسائلها تجاه الانسان ، وعلينا ان نوظفها في منطقتنا العربية لانها تسعى الى الحفاظ على الانسان والحياة بعد ان كادت تفقد الكثير من مصادر نضارتها وجمالها ، ويدرك الانسان ضرورة ان يتبع منهجاً يكون دافعاً للعمل في داخل بيئته فيعتبرها الصديق الوفي ، وما اعظم قول جان جاك روسو الذي خاطب الانسان المتعب الذي أنهكته متاعب الحياة بقوله : « عد الى الطبيعة واستلق في احضانها » .

نعم ، علينا ان نعود للطبيعة ونكون اوفياء لها ، وهذا يتطلب الالتزام باخلاقيات تربوية تجاه البيئة لكي نشعر بالهدوء والأمان ، لان هذه الاخلاقيات تعتبر ثورة قوية تعمل على تعديل الاتجاهات السلوكية للانسان نحو احترام البيئة مّما يضمن اعادة التوازن البيئي ، بعد ان هددته الكثير من المخاطر بسبب غياب الاخلاقيات البيئية عن الممارسات التي كان يمارسها الانسان وهو يسير في عكس التيار ضد نفسه وبيئته [11] .

خاتمة الكتاب

فأرجو الله أن يكون كتابي الثاني هذا الذي بذلت فيه من الجهد مايزيد على أربع سنوات إسهاماً يرفد المكتبة العربية التي ما زالت بحاجة الى المزيد من الدراسات والابحاث والمؤلفات من قبل الباحثين والمختصين لتناول مشكلة التلوث البيئي بابعادها المختلفة.

ولا أدعي هنا الكمال ، فربما يكون نقص هنا أو هفوة هناك ، إلا انني حرصت على تنوّع مصادر هذا الكتاب العلمية لتعطيه زخماً وشمولية ، وليستفيد منه طلبة المدارس والمعاهد العليا والجامعات والمهتمون والمختصون . كما حرصت على إطلاع نخبة من ذوي الاختصاصات ذات العلاقة بموضوع الكتاب والتي اثرت ملاحظاتهم وآراؤهم فصول هذا الكتاب واعطته قيمة كبيرة هي موضع تقديري واحترامي من حيث دقة المعلومة وأمانة احترام الكلمة ، وأشكر كل واحد منهم على تشجيعي لاصدار هذا الانجاز المتواضع . إضافة الى تقييم هذا الكتاب من قبل لجنة متخصصة اختارتها وزارة الثقافة التي قدمت ملاحظات قيمة استفدت منها كثيراً وانعكست ايجابياً على مضمون ومحتويات الكتاب .

وهنا ، اتقدم بالشكر الجزيل لاستاذي الفاضل معالي الدكتور قاسم ابو عين وزير الثقافة ووزير الشباب الذي يدعم الجهود الشابّة في أردننا الغالي حيث أعطى الثقافة مفهومها الشامل ، إيماناً منه بأن الثقافة تعكس الصورة المشرقة في مختلف ميادين العلم والمعرفة من أدب وفن وعلم وتكنولوجيا ، لاننا نعيش عصر تفجر المعرفة وثورة المعلومات .

وإن انسى ، فلا انسى شكر استاذي الكريم الاستاذ الدكتور محمود الدويري نائب رئيس جامعة العلوم والتكنولوجيا الأُردنية الذي تفضل مشكوراً بالتقديم لهذا الكتاب ، كما انني مدين بالشكر والعرفان لكل من الدكتور محمود عبيدات والدكتور سهيل خصاونة والاستاذ النعمان طلافحة من شعبة اللغة العربية في جامعة العلوم والتكنولوجيا على المراجعة والتدقيق اللغوي الذي يعتبر جانباً مهماً يضفي على الكتاب قوة ترابط الافكار ووصولها الى القارىء بوضوح .

واشكر كذلك ، الزميلات والزملاء في مكتبة جامعة العلوم والتكنولوجيا وجامعة اليرموك وجامعة آل البيت والجامعة الأُردنية وجامعة مؤتة على تعاونهم الكبير ، مما

اتاح لي الرجوع الى المصادر العلمية بكل يسر وسهولة .

وأتقدم بالشكر والتقدير الى أخي الوفي فايز الذي يوجهني دائماً الى كل ما ينفع الناس ويمكث في الارض ، والى زوجتي الفاضلة التي وفّرت لي الجو الهاديء للبحث والكتابة ، وأستميح طفليّ حمزة وسيف الدين عذراً على تحملهما وصبرهما الذي كاد أن ينفذ ، حتى رأى هذا الانجاز النور .

وختاماً ، ليعذرني القاريء الكريم الذي اقدر ذكاءه وقدرته على التحليل عن نسيان او خطأ غير مقصود الذي لا يكاد يخلو منه أي انجاز ، آملاً ان يتم تصويب ذلك ما أمكن في طبعة قادمة ، وأسأل الله تعالى أن يأخذ بأيدينا جميعاً لخدمة وطننا وأمتنا والانسانية بكل أمانة ومسؤولية .

المؤلـف

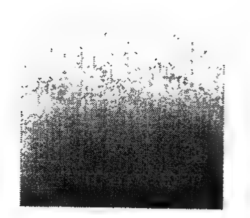
عدنان محمد مساعده

جامعة العلوم والتكنولوجيا الأردنية

اربد 15 حزيران 1997



ملاحق وجداول الكتاب



ملحـق (1)

العنصـــــر	التركيز ملغم / لتر	ملاحظـــات
درجة الحرارة	65	
الدهون والزيوت والشحوم	100	
الاس الهيدروجيني	(5.5 - 9.5) وحدة	
الاكسجين الممتص بيولوجيا	800	
الاكسجين الممتص كيماويا	2100	
المواد الصلبة العالقة	1100	
الفوسفـور	50	
المنظفات الصناعية	26	
كبريتيد الهيدروجين	10	
البـورون	5	
الفينول	10	
الكروم	5	يجب الا يزيد تركيز مجموع هذه المعادن الثقيلة مجتمعة عن 10 ملغم / لتر
النحـاس	4.5	
القصديـر	10	
الكادميـوم	1	
النيكل	4	
الرصـاص	0.6	
الزئبـق	0.5	
الفضــة	1	
الزنــك	15	
البريليوم	50	
الزرنيـخ	5	
الباريـوم	10	
الحديـد	50	

الحدود القصوى المسموح بتصريفها من مصدر صناعي الى الشبكة العامة في الاردن [9]

ملحــق (2)

المـــرض	عدد الأصابات	النسبة الى عدد السكان	النسبة الى مجموع عدد الاصابات
امراض الجهاز التنفسي	112	0.43	23
التهاب اللوزتيــن	170	0.65	37
التهاب الخنــد	94	0.37	22
التهاب العيــون	84	0.34	18
المجموع في الاصابات	460	9.77	100

عدد الاصابات الناتجة عن الملوثات في الاردن عام 1979 [9]

ملحــق (3)

المـــادة الملوثـــة	الكمية طن / سنة
ثاني اكسيـد الكربـون	1497600
اول اكسيـد الكربـون	96768
اكاسيـد الكبــريـت	3710
اكاسيد النيتروجين	614
مـواد هيدروكربونيـة غيـر محترقـة	614
سنــاج	3225

تأثير استهلاك الطاقة في قطاعي المنازل والخدمات على البيئة
في الاردن عام 1988 [9]

ملحــق (4)

الاســم	الصيغــة	الكثافة النوعية	النسبة بالوزن	العيارية التقريبية
حامض الخليــك	CH_3COOH	1.05	99.5 %	17 N
حامض الهيدروكلوريك	HCl	1.19	38 %	12 N
حامض الهيدروبروميـك	HBr	1.49	48 %	9 N
حامض الهيدروفلوريـك	HF		48 %	27 N
حامض الهيدروآيوديـك	HI	1.70	57 %	7 N
حامض النيتريــك	HNO_3	1.42	70 %	16 N
حامض البركلوريــك	$HClO_4$	1.54	60 %	9 N
حامض الفوسفوريــك	H_3PO_4	1.69	85 %	45 N
حامض الكبريتيــك	H_2SO_4	1.84	96 %	36 N

الحوامض المركزة وصيغها الكيميائية وعياريتها [مصادر متعددة]

ملحــق (5)

الملوثــات	مصادرهــا	الاضرار الصحية
الديهايدات	الانحلال الحراري للشحوم او الدهون الكليسترول .	تهيج المجاري التنفسية والانفية .
امونيــا	العمليات الكيميائية مثل عمل الاصباغ والمتفجرات ومواد الطلاء والمخصبات .	تهيج مجاري التنفس .
ارسينــات	عمليات سبك المعادن او الحوامض التي تحوي الارسين .	تكسير الخلايا الحمراء في الدم ، وتلف الكلى وتحدث اليرقان
اول اكسيد الكربون	عادم محرك البنزين .	يقلل قدرة حمل الاكسجين في الدم .
الكلــور	قصر القطن والطحين وعمليات كيميائية اخرى .	يهاجم المجاري التنفسية باكملها .
سيانيد الهيدروجين	من الغازات ومن التيار الهوائي للافران والصناعات الكيميائية وطلي المعادن .	يتدخل في الخلايــا العصبية ويسبب جفاف الحجرة ورؤية غير واضحة والصداع .

تابــع ملحــق (5)

الملوثــات	مصادرهــا	الاضــرار الصحيــة
فلوريد الهيدروجين	من تكرير البترول ونحت الزجاج وانتاج المخصبات والالمنيوم .	يهيج ويتلف جميع ممرات الجسم .
كبريتيد الهيدروجين	من معامل التكرير والكيماويات ومن وقود الفحم .	ينتج روائح تشبه البيض الفاسد ويحدث الغثيان ويهيج العيون والحنجرة .
اكاسيد النيتروجين	من عادم محركات المركبات والفحم الهش .	تقلل من حركة الاهداب، وتؤثر على الرئتين .
الفوسجينات كلوريد الكاربونيل	من صنع الاصباغ والمواد الكيماوية .	يسبــب السعال والتهيــج والاستسقاء الرئوي المميت.
ثاني اكسيد الكبريت	من احتراق الفحم والنفط .	يسبب قبــض الصــدر والصداع والتقيؤ والموت من اعتلال جهاز التنفس.
الدقائق المعلقة (الرماد والغازات والدخان)	مواد حرق القمامة وتقريباً جميع عمليات الانتاج .	يسبب انتفاخ وتهيجات العين ومن المحتمل السرطان.

أهم ملوثات الهواء الشائعة والاضرار الصحية الناتجة عنها [مصادر متعددة]

ملحــق (6)

مجـال الاستعمال	الكمية المستعملة (بالطن)	النسبة المئوية (٪)
البطاريات الكهربائية	583000	43.1
منتجـات معدنيــة	354000	26.2
منتجـات كيمياويـة	272000	20.1
الاصبــاغ	101000	7.5
استعمالات اخرى متنوعة	42000	3.1

أهم مجالات استعمالات الرصاص في دولة متقدمة صناعياً [44]

ملحق (7)

المرض	مصدر المرض	طرق العدوى	مدة الحضانة	فترة العدوى	مكان انتشاره	الطرق الوقائية
الحمى التيفية	براز وبول المرضى والحاملين لجراثيم المرض والمياه الملوثة بجراثيم المرض.	عن طريق الطعام والماء الملوثين ببراز المصابين والحشرات والذباب .	(7 - 28) يوماً	منذ بداية المرض وحتى الشفاء وكذلك طول مدة مخالطة حملة جراثيم المرض .	في كل مكان من العالم تقريباً.	اتخاذ جميع التدابير الصحية التي تعنى بصحة الماء والغذاء (اتباع وسائل فنية في الصرف الصحي) الثقافة الصحية - التلقيح ضد المرض مراقبة حاملي المرض وعدم السماح لهم بالعمل في اماكن صنعة الغذاء والمطاعم.
الحمى نظيرة التيفية (الباراتيفوئيدية)	المرضى وحملة الجراثيم والحيوانات المنزلية .	عن طريق الطعام والماء الملوثين بالبراز والحشرات والذباب واللحم والبيض الملوثين.	(1 - 5) أيام			نفس الاجراءات المتخذة في مكافحة الحمى التيفية .
الزحار الجرثومي (الدوسنتاريا الباسيلية)	براز المصابين من المرضى . التماس المباشر مع المرضى وحملة الجراثيم وبواسطة الماء والغذاء الملوثين.	عن طريق الماء والغذاء الملوثين بالمخلفات البرازية.	(1 - 7) أيام	خلال فترة المرض وطوال مدة مخالطة حملة الجراثيم .	في جميع المناطق ذات المناخ الحار اكثر من المناطق المناخية الاخرى .	- اتخاذ جميع التدابير للعناية بصحة الماء والغذاء . - التدابير الوقائية العامة. - التخلص الفني من الفضلات السائلة بطريقة صحية . - طهي الطعام جيداً .
التهاب الكبد	الاتصال الشخصي وعن طريق البراز والفم والمرضى وحملة الجراثيم .	عن طريق الطعام والماء الملوثين ، الاتصال المباشر بالدم .	(10 - 50) يوماً وعادة بين (30 - 35) يوماً	خلال فترة المرض وطوال المدة لدى حملة الجراثيم .	في كل مكان .	- مراعاة جميع قواعد النظافة الشخصية . - اتباع التدابير الخاصة بالصحة الغذائية والماء وغلي الادوات الجراحية والمحاقن البلاستيكية لمرة واحدة - العناية بالتدابير الصحية في اثناء عملات نقل الدم . - تحضير الاغذية بطريقة صحية .

تابع ملحـق (7)

المـــرض	مصدر المرض	طرق العدوى	مدة الحضانة	فترة العدوى	مكان انتشاره	الطرق الوقائية
الزحار التحولي الدونستاريا الاميبية	براز المرضى .	- الاتصـــــال الشخصي . - المواد البرازية . - الطعـام والمـاء الملوثين .	من 3 ايام الى عدة اشهر	خـلال فـترة المرض وطوال المدة لدى حملة الجراثيم .	فـي المناطـــق الاستوائيـــة والحـارة التـي يستـوطـن فيها المرض .	- اتباع قواعـد النظافة الخاصة بصحـة المـاء والغـــذاء والتثقيــف الصحي وطهي الطعام جيداً. - مكافحة الحشرات . - التخلص الفني من المخلفات السائلة .
الديـــدان	مـــن المرضـــى والمصـــابـــين والحيوانات .	عـــن طريـــق المصـــابـــين والحيوانات .	من يومين الى شهر	خـــلال فـترة المرض .	في كـل مكــان وفـي جميـــع الاوقات .	التدابير الصحيـة العامة وصحة الغذاء .
الكوليرا	من الغذاء والماء الملوثـين ومـــن المرضى المصابين وحملـة الجراثيم لمـدة قصيـرة او طويلة .	عن طريق البراز عن طريق الطعام والمـاء الملوثـين بالمخلفات البرازية	من (5 - 1) ايام	من (14 - 5) يوما بعد بدء المرض .	فـي المنـاطـــق الملوثـــة وفـي المناطـق الاخرى خلال الجائحات	- حماية وتنقية المياه. - النظافة الشخصية. - طهي الطعام جيدا. - عـــزل الحـــالات والعـــلاج بتعويـض سـوائـــل الجســـم بالامـاهـات ويعطـي اللقاح وقاية غير كاملة.
التسممات الغذائية .	بالطعام الملوث الـذي يحتـوي على الجراثيم او العنـــاصـــر الممرضة .	عن طريق الغذاء	من (36 - 2) ساعة		في كل مكان .	مراعاة النظافة والصحة الشخصيـة وحـمايـــة الاغذيـة والماء وبسترة منتجـات الألبـان وابعاد المرضـى المصابـــين بالاسهال والجروح .
التهابات المعدة والامعاء الطفولي الجرثومي .	مـــن المرضـــى وحملة الجراثيم والحيوانات .	عن طريق البراز والمـاء والغـــذاء الملوثين .	من (5 - 1) ايام -	خـــلال فـترة المرض وبخاصة حملة الجراثيم .	فـي جميـــع الاوقـات وفـي جميع المناطق .	مراعاة قواعـد الصحة العامة والنظافة وصحة الماء والغذاء والتثقيـف الصحي .
التهاب المعدة والامعاء الطفولي بالحمـــــات الراشحة .	مـــن المرضـــى والحيـــوانـــات الحاملة للمرض.	المخلفات البرازية كالماء والغذاء الملوثين والملامسة والاتصال المباشر	من (2 - 1) يوم	خـلال فـتـرة المرض وحملة الجراثيـم لمـدة (14 - 3) يوم.	فـي جميـــع الاوقـات وفـي جميع المناطق .	تتبع نفس التدابير .

الامراض التي تنتقل عن طريق الماء والغذاء [33,51,53,60]

ملحــق (8)

الملوثــات	ملغـم / لتــر
الرقم الهيدروجيني PH	4 - 9
الاكسجين المستهلك كيماوياً COD	2000 - 62000
الاكسجين المستهلك حيوياً BOD	60 - 45000
الامونيوم NH_4^+	120 - 3200
الكلور CL^-	750 - 5200
الكبريتات SO_4^{-2}	1 - 1600

بعض الملوثات العضوية وغير العضوية في المياه العادمة [85]

ملحــق (9)

احادية التكافؤ (1 -)	ثنائية التكافؤ (2 -)	ثلاثية التكافؤ (3 -)	رباعية التكافؤ (4 -)
الهيدروكسيد OH^-	الكاربونات CO_3^{-2}	البورات BO_3^{-3}	سيانيد الحديدوز $Fe(CN)_6^{-4}$
الخلات CH_3COO^-	الكروميت CrO_4^{-2}	اورثوفوسفيت PO_4^{-3}	
الفلوريد F^-	الدايكروميت $Cr_2O_7^{-2}$	سيانيد الحديديك $Fe(CN)_6^{-3}$	
الكلوريد Cl^-	الاوكزالات $C_2O_4^{-2}$		
البروم Br^-	الكبريتات SO_4^{-2}		
اليود I^-	الفوسفات احادية الهيدروجين HPO_4^{-2}		

تابع ملحـق (9)

احادية التكافؤ (1 -)	ثنائية التكافؤ (2 -)	ثلاثية التكافؤ (3 -)	رباعية التكافؤ (4 -)
هايبوكلورات ClO^-	الاوكسيـد O^{-2}		
الكلـورات ClO_2^-	البيروكسيـد O_2^{-2}		
الكلوريـت ClO_3^-	الكبريتيـد S^{-2}		
البيركلوريت ClO_4^-	الكبـريتيـت SO_3^{-2}		
النتـرات NO_3^-			
النتريـت NO_2^-			
البيكاربونات HCO_3^-			
الكبريتات الهيدروجينية HSO_4^-			
ميتافوسفيـت PO_3^-			

تكافؤ (Ionic Valences) الايونات السالبة [مصادر متعددة]

ملحــق (10)

احادية التكافؤ (+1)	ثنائية التكافؤ (+2)	ثلاثية التكافؤ (+3)	رباعية التكافؤ (+4)
الهيدروجين H^{+}	النحاس (النحاسيك) Cu^{+2}	الكوبلت (الكوبلتيك) CO^{+3}	القصدير (القصديريك) Sn^{+4}
الامونيــوم NH_4^{+}	الزئبق (الزئبقيك) Hg^{+2}	النيكل (النيكليك) Ni^{+3}	
الليثيــوم Li^{+}	الكروم (الكروموز) Cr^{+2}	المنغنيز (المنغنيزيك) Mn^{+3}	
البوتاسيــوم K^{+}	الباريـــوم Ba^{+2}	الحديد (الحديديك) Fe^{+3}	
الفضة Ag^{+}	الكادميوم Cd^{+2}	الالمنيوم Al^{+3}	
الصوديوم Na^{+}	الكالسيوم Ca^{+2}	البـزموث Bi^{+3}	
النحاس (النحاسوز) Cu^{+}	الرصاص Pb^{+2}	الكروم (الكروميك) Cr^{+3}	
الزئبق (الزئبقوز) Hg^{+}	المغنيسيوم Mg^{+2}	السكانديوم Sc^{+3}	
	السترونشيوم Sr^{+2}		
	القصدير (القصديروز) Sn^{+2}		
	الزنك Zn^{+2}		
	الكوبلت (الكوبلتوز) CO^{+2}		
	النيكل (النيكلوز) Ni^{+2}		
	المنغنيز (المنغنيزوز) Mn^{+2}		
	الحديد (الحديدوز) Fe^{+2}		

تكافؤ (Ionic Valences) الأيونات الموجبة [مصادر متعددة]

ملحـق (11)

pH	المولاريـة	المـــادة	
2.8	مشبـــع	Benzoic acid	حامض البنزويك
5.3	1.0	Boric acid	حامض البوريك
2.1	1.0	Citric acid	حامض السيتريك
2.6	10.0	Citric acid	حامض السيتريك
1.1	1.0	Hydrochloric acid	حامض الهيدروكلوريك
1.3	1.0	Oxalic acid	حامض الاوكساليك
2.4	-	Salicylic acid	حامض الساليسيليك
2.7	1.0	Succinic acid	حامض السكسنيك
2.0	1.0	Tartaric acid	حامض التارتاريك
11.3	1.0	Ammonia aqueous	محلول الامونيا المائي
4.6	50.0	Ammonium alum	شب الامونيوم
4.6	1.0	Ammonium chloride	كلوريد الامونيوم
6.4	1.0	Ammonium oxalate	اوكزالات الامونيوم
4.0	1.0	Ammonium Phosphate (Primary)	فوسفات الامونيوم الاولية
7.9	1.0	Ammonium Phosphate (secondary)	فوسفات الامونيوم الثانوية
5.5	1.0	Ammonium sulphate	كبريتات الامونيوم
9.2	1.0	Borax	البوراكس
12.4	-	Calcium hydroxide	هيدروكسيد الكالسيوم

قيمة pH التقريبية

لبعض محاليل المواد المعروفة عند درجة حرارة الغرفة (20 م)

ملحـق (12)

الحامـض		القـاعـدة
حامض البيروكلوريك	$HClO_4$	ClO_4^-
حامض الهيدروكلوريك	HCl	Cl^-
حامض النتريك	HNO_3	NO_3^-
حامض الكبريتيك	H_2SO_4	HSO_4^-
حامض الاوكزاليك	$H_2C_2O_4$	$HC_2O_4^-$
ايون كبريتات الهيدروجين	HSO_4^-	SO_4^{-2}
حامض الكبريتوز	H_2SO_3	HSO_3^-
حامض الفسفوريك	H_3PO_4	$H_2PO_4^-$
حامض الهيدروفلوريك	HF	F^-
حامض النتريت	HNO_2	NO_2^-
ايون اوكزالات الهيدروجين	$HC_2O_4^-$	$C_2O_4^{-2}$
حامض الخليك	$HC_2H_3O_2$	$C_2H_3O_2^-$
ايون الالمنيوم	$Al(H_2O)_6^{+++}$	$Al(H_2O)_5OH^+$
حامض الكربونيك	H_2CO_3	HCO_3^-
كبريتيد الهيدروجين	H_2S	HS^-
ايون فوسفات الهيدروجين الثنائي	$H_2PO_4^-$	HPO_4^{-2}
حامض البوريك	H_3BO_3	$H_2BO_3^-$
ايون الامونيوم	NH_4^+	$NH_4OH(NH_3 + H2O)$
حامض الهايدروسيانوجين	HCN	CN^-
ايون الزنك	$Zn(H_2O)_4^{++}$	$Zn(H_2O)_3OH^+$
ايون كاربونات الهيدروجين	HCO_3^-	CO_3^{-2}
بيروكسيد الهيدروجين	H_2O_2	HO_2^-
ايون فوسفات الهيدروجين الاحادي	HPO_4^{-2}	PO_4^{-3}
ايون كبريتيد الهيدروجين	HS^-	S^{-2}
الماء	H_2O	OH^-
ايون الهيدروكسيل	OH^-	O^{-2}
الامونيا	NH_3	NH_2^-

الحوامـض القويـة ← نقصان قوة الحامض ← الحوامض الضعيفة

القواعد الضعيفة ← ازدياد قوة القاعدة ← القواعد القوية

تدرج الحوامض والقواعد حسب درجة قوتها [مصادر متعددة]

ملحـق (13)

الصبغة (Indicator)	مدى درجة التفاعل لتغير اللون (PH)	تغير اللـون الى	المذيب (Solvent)
Methyl violet	0.2 - 3	اصفر ، ازرق ، بنفسجي	الماء
Thymol blue	1.2 - 2.8	الاحمر الى الاصفر	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Orange IV	1.3 - 3	الاحمر الى الاصفر	الماء
Benzopurpurin 4B	1.2 - 4	البنفسجي الى الاحمر	20 % الكحول
Methyl orange	3.1 - 4.4	الاحمر الى البرتقالي الى الاصفر	الماء
Bromphenol blue	3 - 4.6	الاصفر الى البنفسجي المزرق	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Congo red	3 - 5	الازرق الى الاحمر	70 % الكحول
Bromcresol green	3.8 - 5.4	الاصفر الى الازرق	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Methyl red	4.4 - 6.2	الاحمر الى الاصفر	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Chlorphenol red	4.8 - 6.8	الاصفر الى الاحمر	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Bromcresol purple	5.2 - 6.8	الاصفر الى الارجواني	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Litmus	4.5 - 8.3	الاحمر الى الازرق	الماء
Bromthymol blue	6 - 7.6	الاصفر الى الازرق	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Phenol red	6.8 - 8.2	الاصفر الى الاحمر	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Thymol blue	8 - 9.6	الاصفر الى الازرق	الماء + هيدروكسيد الصوديوم
Phenolphthalein	8.3 - 10	عديم اللون الى الاحمر	70 % الكحول
Thymolphthalein	9.3 - 10.5	الاصفر الى الازرق	70 % الكحول
Alizarin yellow R	10 - 12	الاصفر الى الاحمر	20 % الكحول
Indigo carmine	11.4 - 13	الازرق الى الاصفر	50 % الكحول
Trinitrobenzene	12 - 14	عديم اللون الى البرتقالي	70 % الكحول

تغير اللون ومدى درجة الرقم الهيدروجيني لعدد من الصبغات المهمة [مصادر متعددة]

ملحـق (14)

ترتيب وكالة حماية البيئة الامريكية لاخطر الملوّثات الكيميائية

EPA's priority pollutant List

1. *acenaphthene
2. *acrolein
3. *acrylonitrile
4. *benzene
5. * benzidine
6. *carbon tetrachloride (tetrachloromethane)

***chlorinated benzenes** (other than dichlorobenzenes)

7. chlorobenzene
8. 1,2,4-trichlorobenzene
9. hexachlorobenzene

***chlorinated ethanes** (including 1,2-dichloroethane, 1,1,1-trichloroethane and hexachloroethane

10. 1,2 - dichloroethane
11. 1,1,1-trichlorocthane
12. hexachloroethane
13. 1,1-dichloroethane
14. 1,1,2-trichloroethane
15. 1,1,2,2-tetrachloroethane
16. chloroethane

***chloroalkyl ethers** (chloromethyl. chloroethyl and mixed ethers)

17. bis (chloromethyl) ether
18. bis (2-chloroethyl) ether
19. 2-chloroethyl vinyl ether (mixed)

***chlorinated naphthalene**

20. 2-chloronaphthalene

***chlorinated phenols** (other than those listed elsewhere; includes trichlorophenols and chlorinated cresols)

21. 2,4,6-trichlorophenol
22. parachlorometa cresol
23. *chloroform (trichloromethane)
24. *2-chlorophenol

***dichlorobenzenes**

25. 1,2-dichlorobenzene
26. 1,3-dichlorobenzene
27. 1,4-dichlorobenzene

***dichlorobenzidine**

28. 3,3-dichlorobenzidine

***dichloroethylenes** (1,1-dichloroethylene and 1,2-dichloroethylene)

29. 1,1-dichloroethylene
30. 1,2-trans-dichloroethylene
31. *2,4-dichlorophenol

***dichloropropane and dichloropropylene**

32. 1,2-dichloropropane
33. 1,2-dichloropropylene (1,3-dichloropropene)
34. *2,4- dimethyl phenol

***2,4- dinitrotoluene**

35. 2,4-dinitrotoluene
36. 2,6-dinitrotoluene
37. *1,2-diphenylhydrazine
38. *ethylbenzene

---

*Specific compounds and chemical classes listed in the NRDC consent decree and referenced in the Clean Water Act.

39. *fluoranthene
*haloethere (other than those listed elsewhere)
40. 4-chlorophenyl phenyl ether
41. 4-bromophenyl phenyl ether
42. bis (2-chloroisopropyl) ether
43. bis (2-chloroethoxy) methane
*halomethanes (other than those listed elsewhere)
44. methylene chloride (dichloromethane)
45. methyl chloride (chloromethane)
46. methyl bromide (bromomethane)
47. bromoform (tribromomethane)
48. dichlorobromomethane
49. trichlorofluouomethane
50. dichlorodifluouromethane
51. chlorodibromomethane
52. *hexachlorobutadiene
53. *hexachlorocyclopentadiene
54. *isophorone
55. *naphthalene
56. *nitrobenzene
***nitrophenols** (including 2,4-dinitrophenol and dinitrocresol)
57. 2-nitrophenol
58. 4-nitrophenol
59. 2,4-dinitrophenol
60. 4,6-dinitro-o-cresol
***nitrosamines**
61. N-nitrosodimethylamine
62. N-nitrosodiphenylamine
63. N-nitrosodi-n-propylamine
64. *pentachlorophenol
65. *phenol phthalate esters
66. bis (2-ethylhexyl) phthalate
67. butyl benzyl phthalate
68. di-n-butyl phthalate
69. di-n-octyl phthalate
70. diethyl phthalate
71. dimethyl phthalate
***polynuclear aromatic hydrocarbons**
72. benzo (a) anthracene (1,2-benzanthracene)
73. benzo (a) pyrene (3,4-benzopyrene)
74. 3,4-benzofluoranthene
75. benzo (k) fluoranthane (11,12-benzofluoranthene)
76. chrysene
77. acenaphthylene
78. anthracene
79. benzo (g,h,i) perylene (1,12-benzoperylene)
80. fluorene
81. phenanthrene
82. dibenzo (a,h) anthracene (1,2,5,6-dibenzanthracene)
83. indeno (1,2,3-cd) pyrene (2.3-opinenylenepyrene)
84. pyrene
85. * tetrachloroethylene

86. *toluene
87. *trichloroethylene
88. *vinyl chloride
(chloroethylene)

pesticides and metabolites

89. *aldrin
90. *dieldrin
91. *chlordane technical mixture & metabolites

*DDT & metabolites

92. 4,4'-DDT
93. 4,4'-DDE (p.p'-DDX)
94. 4,4'-DDD (p.p'-TDE)

***endosulfan and metabolites**

95. a-endosulfan-Alpha
96. b-endosulfan-Beta
97. endosulfan sulfate

***endrin and metabolites**

98. endrin
99. endrin aldehyde

***heptachlor and metabolites**

100. heptachlor
101. hepachlor epoxide

*** hexachlorocyclohexane (all isomers)**

102. a-BHC - Alpha
103. b-BHC - Beta
104. r-BHC (lindane) - Gamma
105. g-BHC - Delta

*** polychlorinated biphenyls (PCB's)**

106. PCB -1242 (Arochlor 1242)
107. PCB -1254 (Arochlor 1254)
108. PCB -1221 (Arochlor 1221)
109. PCB -1232 (Arochlor 1232)
110. PCB -1248 (Arochlor 1248)
111. PCB -1260 (Arochlor 1260)
112. PCB -1016 (Arochlor 1016)
113. ***toxaphene**
114. *antimony (total)
115. *arsenic (total)
116. *asbestos (fibrous)
117. *beryllium (total)
118. *cadmium (total)
119. *chromium (total)
120. *copper (total)
121. *cyanide (total)
122. *lead (total)
123. *mercury (total)
124. *nickel (total)
125. *selenium (total)
126. *silver (total)
127. *thallium (total)
128. *zinc (total)
129. **2,3,7,8-tetrachlorodibenzo p - dioxin (TCDD)

** This compound was specifically listed in the consent decree; however , due to its extreme toxicity EPA recommends that laboratories not acquire an analytical standard for this compound .

ملحـق (15)

أهم الاتفاقيات الدولية المعقودة خلال الفترة (1997 - 1921)

1 . الاتفاقية المتعلقة باستخدام (الرصاص الابيض) في الطلاء ، جنيف ، 1931 .
2 . الاتفاقية المتعلقة بالحفاظ على الحيوانات والنباتات على حالتها الطبيعية ، لندن 1923 .
3 . اتفاقية حماية الطبيعة والحفاظ على الاحياء البرية في نصف الكرة الغربي ، واشنطن ، 1940 .
4 . الاتفاقية الدولية لحماية الطيور ، باريس ، 1950 .
5 . الاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط ، لندن ، 1954 (بصيغتها المعدلة في 11 نيسان 1962 وفي تشرين الاول 1969 .
6 . التعديلات للاتفاقية الدولية لمنع تلوث البحار بالنفط 1954 ، والمتعلقة بحماية الرصيف المرجاني الكبير ، لندن ، 1971 .
7 . اتفاقية حماية النباتات لمنطقة جنوب شرقي آسيا والمحيط الهادي (بصيغته المعدلة) ، روما ، 1956 .
8 . الاتفاقية الخاصة بأعالي البحار ، جنيف ، 1958 .
9. الاتفاقية بشأن التعاون في مجال الحجر الزراعي للنباتات وحمايتها من الآفات والامراض ، صوفيا ، 1959 .
10 . الاتفاقية الخاصة بالجراد الافريقي المهاجر ، كانون الاول 1962 .
11 . اتفاقية فيينا الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الضرر الناجم عن الطاقة النووية ، فيينا ، 1963 .
12 . معاهدة حظر تجارب الاسلحة النووية في الجو وفي الفضاء الخارجي وتحت سطح الماء ، موسكو ، 1963 .
13 . الاتفاقية الاوروبية لحماية الحيوانات اثناء النقل الدولي ، باريس ، 1968 .
14 . الاتفاقية الاوروبية لحماية التراث الاثري ، لندن ، 1969 .
15 . الاتفاقية الاوروبية الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الضرر الناجم عن التلوث بالنفط (بصيغتها المعدلة) ، بروكسل ، 1969 .

تابع ملحق (15)

16 . البروتوكول الخاص بالتدخل في اعالي البحار في حالات التلوث البحري بمواد اخرى غير النفط (بصيغته المعدلة) ، لندن ، 1973 .

17 . معاهدة وضع الأسلحة النووية وغيرها من اسلحة الدمار الشامل على قاع البحار والمحيطات وفي باطن ارضها ، لندن ، موسكو ، واشنطن ، 1972 .

18 . الاتفاقية الخاصة بالمسؤولية المدنية في ميدان النقل البحري للمواد النووية ، بروكسل ، 1971 .

19 . الاتفاقية الدولية المتعلقة بانشاء صندوق دولي للتعويض عن الضرر الناجم عن التلوث بالنفط (بصيغتها المعدلة) ، بروكسل ، 1971 .

20 . اتفاقية منع التلوث البحري الناجم عن القاء الفضلات من السفن والطائرات (بصيغتها المعدلة) ، اوسلو ، 1972 .

21 . الاتفاقية المتعلقة بالوضع القانوني لنهر السنغال ، واتفاقية انشاء منظمة تنمية نهر السنغال (بصيغتها المعدلة) ، نواكشوط ، 1972 .

22 . الاتفاقية المتعلقة بحماية التراث الثقافي والطبيعي للعالم ، باريس ، 1972 .

23 . اتفاقية منع التلوث البحري الناجم عن القاء النفايات ومواد اخرى (بصيغتها المعدلة) ، لندن ، مدينة مكسيكو ، واشنطن ، 1972 .

24 . اتفاقية انشاء لجنة دائمة مشتركة بين الدول لمقاومة الجفاف في منطقة السهل السوداني ، واغاودغو ، 1973 .

25 . الاتفاقية الدولية لمنع التلوث الذي تتسبب فيه السفن ، لندن ، 1973 .

26 . اتفاقية منع التلوث البحري من مصادر برية ، باريس ، 1974 .

27 . الاتفاق المتعلق بحماية مياه شواطيء البحر الابيض المتوسط ، موناكو ، 1976.

28 . الاتفاقية الخاصة بالمسؤولية المدنية عن الضرر الناجم عن التلوث النفطي الناتج عن استكشاف الموارد المعدنية لقاع البحار ، لندن ، 1977 .

29 . اتفاقية متعلقة بالحماية الطبيعية للموارد النووية ، فيينا ، 1989 .

30 . اتفاقية تلوث الهواء بعيد المدى عبر الحدود ، جنيف ، 1989 .

31 . بروتوكول لاتفاقية 1979 الخاصة بتلوث الهواء البعيد المدى عبر الحدود ، متعلق بالتمويل الطويل الاجل للبرنامج التعاوني لرصد وتقييم النقل البعيد المدى لملوّثات الهواء في اوروبا ، جنيف ، 1984 .

تابع ملحق (15)

32 . اتفاقية التعاون في حماية وتنمية البيئة البحرية والساحلية لمنطقة غربي ووسط افريقيا ، ابيدجان ، 1981 .

33 . البروتوكول المتعلق بالتعاون في مكافحة التلوث في حالات الطواريء ، ابيدجان ، 1981 .

34 . بروتوكول حماية منطقة جنوب شرق المحيط الهادي من التلوث الاشعاعي ، بابيا ، 1989 .

35 . اتفاقية بشأن السلامة والصحة المهنيتين ، وبيئة العمل ، جنيف ، 1981 .

36 . اتفاقية الامم المتحدة لقانون البحار ، خليج مونتيغو ، 1982 .

37 . البروتوكول المتعلق بالتعاون في مكافحة حالات انسكاب النفط في منطقة الكاريبي الكبرى ، قرطاجنة ، 1983 .

38 . اتفاقية فيينا لحماية طبقة الاوزون ، فيينا ، 1985 .

39 . تعديل بروتوكول مونتريال بشأن المواد المستنفذة لطبقة الاوزون ، لندن ، 1990 .

40 . اتفاق رابطة امم جنوب شرقي آسيا بشأن صون الطبيعة والموارد الطبيعية كوالالمبور ، 1985 .

41 . اتفاقية بشأن تقديم المساعدة في حالة وقوع حادث نووي او طاريء اشعاعي ، فيينا ، 1986 .

42 . اتفاقية شروط تسجيل السفن ، جنيف ، 1986 .

43 . الاتفاق الخاص بخطة العمل من اجل الادارة السليمة بيئياً لشبكة نهر الزامبيري المشتركة ، هراري ، 1987 .

44 . البروتوكول المشترك ذو الصلة بتطبيق اتفاقية فيينا واتفاقية باريس ، فيينا ، 1988 .

45 . اتفاقية بازل بشأن التحكم في نقل النفايات الخطرة والتخلص منها عبر الحدود.

46 . الاتفاقية الدولية للانتشال ، لندن ، 1989 .

47 . البروتوكول المتعلق بالمناطق والاحياء البرية التي تتمتع بحماية خاصة تابع للاتفاقية المعنية بحماية وتنمية البيئة البحرية لمنطقة الكاريبي الكبرى كنفستوني 1990 .

تابع ملحـق (15)

48 . اتفاقية لحمايـة وادارة وتنميـة البيئـة البحريـة والساحليـة لمنطقـة شرقي افريقيا ، نيروبي ، 1985 .

49 . بروتوكول متعلق بالتعاون في مكافحة التلوث البحري في حالات الطوارىء في منطقة شرقي افريقيا ، نيروبي ، 1985 .

50 . اتفاقية لحمايـة الموارد الطبيعيـة البيئيـة في منطقة جنوب المحيط الهادي ، نوميا ، 1986 .

51 . الاتفاق المتعلـق بشبكـة مراكـز تربيـة الاحيـاء المائيـة في آسيـا والمحيط الهادي ، بانكوك ، 1988 .

52 . اتفاق دولي خاص باشجار الخشب الاستوائية ، جنيف ، 1983 .

53 . اتفاقية بشأن التبليغ المبكر عن وقوع حادث نووي ، فيينا ، 1986 .

54 . اتفاق التعاون الاقليمي لمكافحة التلوث بالنفط وبمواد ضارة اخرى في حالات الطوارىء في منطقة جنوب شرقي المحيط الهادي ، ليما ، 1981 .

55 . بروتوكول حماية البحر الابيض المتوسط من التلوث من المصادر البرية ، اثينا ، 1980 .

56 . اتفاقية حظر صيد الاسماك بشباك الجر الكبيرة في المحيط الهادي ، ولنجتون ، 1989 .

57 . المؤتمر الدولي الخاص بمنع ناقلات النفط الكبيرة من تفريغ النفايات وحماية البيئة البحرية ، مسقط ـ عمان ، 1995 .

58 . مؤتمر هابيتات تحت عنوان « السكن للجميع » اسطنبول ، تركيا ، 1996 .

59 . مؤتمر المياه الدولي ، المغرب ، 1997 .

60 . مؤتمر الأرض للتنمية والبيئة ، نيويورك 23 حزيران 1997 .

ملحــق (16)

وجدير بالاشارة هنا الى مؤتمر هابتات الذي عقد في اسطنبول في تركيا بتاريخ 3/ 6/ 1996 تحت عنوان (السكن للجميع) حيث شارك فيه 186دولة من دول العالم من بينها الاردن ، وبحضور (30) ألف شخص كوفرد وهيئات حكومية وغير حكومية .

وقد هدف المؤتمر الى تحسين استراتيجية التخطيط لدى الحكومات وطرق ادائها وتنمية المدن الكبرى والقرى ، وخلق استراتيجيات تجعل من المجتمع المدني شريكاً كاملاً في تشكيل وبناء المدن ، والعمل على تحسين شروط السكن وتجسير الفجوة بين الدول المتقدمة والدول النامية فيما يتعلق بشروط السكن في المدن .

وهناك ممارسات وتجارب سكنية فاقت كل تصور جمعت بين الحفاظ على البيئة وبين التنمية وايجاد اكبر عدد ممكن من المأوى ، وكلها بجهود السلطات المحلية المتمثلة في بلديات المدن الكبرى في العالم .

كما تطرق المؤتمر الى طرح قضايا حساسة وغاية في الاهمية تعالج مشاكل الفئات الاقل حظاً والاقل نصيباً في كل ما تعرضه أجندة المؤتمر ، ففي مدينة بومباي مثلاً يعيش نصف سكانها الذي يقدر بـ (13) مليون نسمة في صفيح يقيهم الحر والبرد او على رصيف الشارع .

ومن أهم المسائل المطروحة للبحث مسألة التزايد السكاني حيث يبلغ عدد سكان العالم الآن 5.7 مليار نسمة منهم 2.4 مليار يعيشون في المدن ، وسيتضاعف هذا الرقم عام 2025 م وسيكون حوالي 80 % من الزيادة في سكان المدن من نصيب الاقطار النامية ، وان 600 مليون انسان نصفهم من الاطفال يعيشون في مساكن لا تتوفر فيها الشروط الصحية ، ولا يكاد يخفى مدى تأثير حجم هذه المسائل على البيئة وما يترتب عليها من افرازات خطيرة .



معجم المصطلحات والمختصرات العلمية للكتاب



تعريف في بعض المصطلحات العلمية

التوازن البيئي :

حالـة مـن الاستقـرار الطبيعـي لمكونـات النظـام البيئي وتفاعـلاتها وعـلاقاتها الوظيفية ومدخلات وظائفها ومخرجاتها وينطبق ذلك سواء بسواء على النظم البيئية الفرعية والنظام البيئي الكلي .

التلوث البيئي :

تواجد أية مواد تفسد نظام الطبيعة وما تحتويه من كائنات حيّة وغلاف جوي، إضافة الى افسادها للخواص الطبيعية والكيميائية للاشياء مما يؤدي الى الاخلال بالتوازن البيئي ، او احداث خلل في نظام التوازن البيئي من خلال سلوكيات خاطئة مارسها الانسان تجاه بيئته أدت الى تغيير في الصفات الكيميائية والطبيعية والحيوية لمقومات البيئة من هواء وماء وتربة وغذاء .

الهواء الملوث :

الحالة التي يكون فيها الجو خارج أماكن العمل محتوياً على مواد بتركيزات تعتبر ضارة بصحة الانسان او بمكونات البيئة ضمن طبقة التروبوسفير من الغلاف الجوي المحيط بالكرة الارضية والتي تمتد الى مسافة (15 - 8) كيلو متر .

الماء الملوث :

أي تغيير يطرأ على العناصر الداخلة في تركيب الماء بطريقة مباشرة او غير مباشرة نتيجة نشاط الانسان ، الأمر الذي يجعل الماء أقل صلاحية للاستعمالات الطبيعية او للاستهلاك المنزلي والصناعة والزراعة .

السمّية :

تلك المواد التي تشل حركة الكائنات الحية ونموها وتؤدي الى موتها ، وذلك من خلال تأثيرها المباشر والفعّال او عرقلة الفعاليات الأيضية فيها ، وتتفاوت المواد السمّية في تأثيراتها مع بعضها وتركيباتها الكيميائية وتركيزاتها المؤثرة .

التلوث الحراري للماء :

ارتفاع درجة حرارة الماء لأي سبب ،مما يؤثر في التوازن البيئي لذلك المسطح المائي من خلال تأثيره على العمليات الأيضية للأحياء المائية التي قد تحد من نشاطها او تؤدي الى قتلها .

درجة تفاعل التربة :

تعبير يقصد به ايضاح حالة تركيز أيون الهيدروجين في التربة ويعبر عنه بالعلاقة $Soil\ pH = -\log [H^+]$

التلوث الغذائي :

أي تغيير يطرأ على الغذاء ويكون ضاراً بالصحة ، ويكون سبب هذا التغيير فساد الطعام كيميائياً او بكتيرياً .

التلوث الاشعاعي :

انبعاث اشعاعات خطيرة نتيجة حوادث تحصل في المفاعلات النووية او النفايات المشعة او اي مصدر يستعمل فيه الاشعاع بجرعات ضارة تعمل على تدمير خلايا الكائن الحي بشكل مباشر عند التعرض للاشعاع مباشرة او بشكل غير مباشر من خلال تركيزها في الهواء او الماء او التربة او الغذاء .

الكوري :

كمية الاشعاعات القادرة على إحداث 3.7×10^{10} تحلل / ثانية .

الراد :

عبارة عن كمية الاشعة التي يمتصها كيلو غرام من المادة المعرضة للاشعاع او كمية الطاقة الاشعاعية الممتصة التي تعادل 100 إرغ / غم (من وحدات قياس الاشعاع) .

الريم (Rem) :

كمية الطاقة الاشعاعية التي تحدث تأثيراً بيولوجياً يعادل تأثير راد واحد .

الاشعاعات المؤينة :

تلك الاشعاعات التي تسبِّب تلفاً سرطانياً وتلفاً وراثياً في انسجة الانسان وتركيبة الخلايا بفعل طاقاتها المنبعثة في هذه الانسجة .

التأين :

فصل الكترون من مدار الذرة الخارجي او (الجزيء) وتصبح الذرة او (الجزيء) موجبة او سالبة الشحنة .

التلوث الضوضائي :

حالة تداخل مزيج من الاصوات المزعجة التي تؤثر على صحة الانسان حيث اصبحت هذه الاصوات مصدر قلق تؤرق راحة الانسان وتؤثر على الجهاز السمعي والجهاز العصبي اذا تجاوزت الحدود المسموح بها .

فترة نصف العمر :

الفترة الزمنية التي تلزم حتى تتحول نصف المادة المشعة الى مادة اخرى .

الديسبيل :

وحدة قياس ارتفاع الصوت او شدة الصوت « مستوى الضغط السمعي » .

العدد الكتلي :

مجموع عدد البروتونات والنيترونات للعنصر . مثال (العدد الكتلي للعنصر $^{226}_{138}Ra$ يساوي 226 وعدد البروتونات 138 وعدد النيترونات 88) .

العتبـــة Threshold :

مستوى الجرعة او التركيز بين الحد الادنى والحد الأعلى المسموح به لاحدى المواد الكيميائية او محاليلها التي تتعلق بالطعم والرائحة التي حددتها الجهات المختصة كمنظمة الصحة العالمية ، وان تجاوز هذا المستوى يؤدي الى مخاطر كبيرة على صحة الانسان ، فمثلاً ان عتبة الطعم لمحلول كبريتيد الهيدروجين في الماء تتراوح ما بين (0.1 - 0.05) ملغم / لتر .

رائحة الماء :

الاحساس الذي ينتج عن وجود مواد لها ضغط بخار ينبّه أعضاء الانسان الحسية في تجاويف الانف والجيوب ، وعادة ما تستجيب حاسة الشم لتركيزات قليلة تتراوح ما بين (9 - 3) ملغم / لتر او اكثر .

طعم الماء :

الاحساس الناتج عن التفاعل بين اللعاب والمواد الذائبة في الماء ، وتستجيب حاسة الطعم لتركيز يتراوح ما بين (9 - 3) ملغم / لتر .

لون الماء :

التفاوت في الالوان الذي يبديه الماء نفسه والناجم عن المواد الغروية الذائبة فيه .

قائمة المصطلحات والمختصرات العلمية

{ A }

Abnormal	غيـــر طبيعـــي
Absorbed Dose	الجرعة الممتصــة
Absorption	الامتصـــاص
Accumlation	تراكم ، تجميع
Acetic Acid	حامض الخليك
Acid-Base Balance	التوازن الحامضي والقاعدي
Acidic	حامضـــي
Acidity	قيـاس الحموضـــة
Acidmine Drainge	مياه الصرف الصحي
Acid Rain Phenomenon	ظاهرة المطر الحامضي
Active Charcoal	فحم نباتي نشط
Actual Acidity	الحموضة الحقيقية
Acute Effet	تأثيــر حـــاد
Adhesion	تلاصق ، التحام
Adrenalin	الادرينالين (هورمون)
Adsorption	إدمصاص ، إمتزاز
Aerobic Bacteria	البكتيريا الهوائية
Aerosols	الايروسولات
Agricultural Residues	مخلفات زراعية
Air Pollution	تلوث الهواء
Aldehydes	الالدهيدات
Algae killing	قتل الطحالب
Alkaline Solution	محلول قاعدي

تابع { A }

Alkalinity	قياس القاعدية
Alkanes	الالكانات
Alkenes	الالكينات
Alpha Ray	أشعة ألفا
Alum	حجر الشب
Amino Acids	الاحماض الأمينية
Anaerobic Bacteria	البكتيريا اللاهوائية
Anemia	فقر الدم
Anions	الايونات السالبة
Anorexia	فقدان شهية الطعام
Anthro Pogenic Pollutants	فعاليات الانسان
Antibodies	أجسام مضادة
Arabinose	سكر خماسي
Arsenic	الزرنيخ
Asbestos	الاسبست
Ash	الرماد
Asthma	الربو
Ataxia	عدم القدرة على تنسيق العضلات الارادية
Atherosclerosis	تصلب الشرايين
Atomic Absorption	الامتصاص الذري
Auto Analyze	التحليل الذاتي
Aquatic	مائية
Autolysis	تحلل ذاتي

{ B }

Bacteria disinfection	التطهير البكتيري
Bacteriocides	مبيدات البكتيريا
Bacteriological Methods	الطرق البكتيرية
Balance	إتزان
Basic	أساس
Bequerel	بيكريل « وحدة النشاط الاشعاعي »
Beryllium	البريليوم
Beta Ray	أشعة بيتا
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	الاكسجين المستهلك حيوياً
Biocide	قاتلة الحياة
Biogas	الغاز الحيوي
Biological Methods	الطرق الحيوية
Blood Clotting	تخثر او تجلط الدم
Blood Stream	الدورة الدموية
Bone Cancer	سرطان العظام
Brackes	فرامل
Brittle bones	عظام قابلة للكسر
Buffur	محلول منظم

{ C }

Cadmium	الكادميوم
Cancer	سرطان
Canning	التعليب
Carbohydrates	الكربوهيدارات
Carbonation	التحويل الى الكربون
Cardiac Function	عمل القلب
Cardiac Muscle	عضلة القلب

تابع { C }

Carrots	الجـــــزر
Catabolism	الهـــــدم
catalysts	عوامـل مساعـده
Cations	الايونـات الموجبة
Caustic	كـاو ، حـــارق
Caustic Potash	بوتاســا كاويـــة
Chemical Bond	رابطـــة كيميائيـــة
Chemical Equilibrium	الاتــزان الكيميائـــي
Chemical Enviromnent	بيئـــة كيميائيـــة
Chemical Formula (s)	صيـــغ كيميائيـــة
Chemical Oxygen Demand (COD)	الاحتياج الكيميائي للاكسجين
Chlorination	الكلـــــورة
Chlorine	الكلـــــور
Chloro Fluoro Carbon	مركبات الكلوروفلوروكربون
Clay	طـيـــن
Coagulation	التخثيـــــر
Colloidal	غـــــروي
Colourimeter	مقيـاس الشـدة اللونيـة
Colourless Sulfur Bacteria	البكتيريا الكبريتية عديمة اللون
Colourless	عديـم اللـــــون
Coma	الغيبوبـــــــة
Copy Machines	آلات النســـخ
Coronary Heart Disease	مـرض القلـب التاجـي
Corrosion	التآكـــــل
Criteria	معاييـــر ، مقاييـــس
Curie	كـوري (وحدة قياس الاشعاع)
Cytochrome Oxidase Enzyme	أنزيم سايتوكروم الاكسداز

{ D }

Decible	وحدة قياس شدة الصوت (ديسيبل)
Decomposition	تحلـــل
Deionized Water	ماء خالي من الايونات
Dental Flourisil	تفلـور الاسنــــان
Deodorization	أزالة الرائحــــة
Dermatitis	التهـــاب الجلـــد
Desalination	إزالـة الملوحـــة
Detergents	منظفــــات
Detoxification	عملية التخلص من السموم في الجسم
Diabetes mellitus	مـرض السكـــري
Diarrhoea	إسهــــــال
Dichloro Diphenyl Trichloro Ethane (D.D.T)	د.د.ت
Diet	غـــــذاء
Digestion	الهضـــــم
Digestive System	الجهـاز الهضمـــي
Distillation	تقطـيــــــر
Dissolved Oxygen	الاكسجين المــذاب
Deoxyribonucleic Acid (DNA)	الحامض النووي الرايبوزي المنزوع الاكسجين
Dust	الغبــــــار
Dusting	التعفيــــــر
Dryers Instruments	أجهـزة التجفيـف

{ E }

Eczema	أكزيمـــــــا
Electrodialysis	التحليل الغشائي
Electron acceptor	قابل الالكتــرون
Electron donor	مانح الالكتــرون
Electron Volt	الكتــرون فولــت
Electroplating	الطــلاء الكهــربائــي
Emphyseme	انتـفـاخ الرئـــة
Environment	البيئـــــــة
Environmental Equilibrium	التــوازن البيئــي
Enzymes	الانزيـــــــات
(EPA)	وكالة حماية البيئة الامريكية
Equivalent Dose	الجرعـــة المكافئـــة
Eutrophication	الاثــــراء الغــذائـــي
Evaporation	التبخـــــــر
Excretion	إطراح الفضلات من الجسم

{ F }

Fatal Mathaemglobin Anaemia	مرض الازرقاق
Fat Rancidity	تزنــخ الدهـــن
Fatty Acids	الاحماض الدهنية
Fermentation	التـخـمــــر
Filtration	الترشيـــــح
Fluorescence	الفلــــورة
Fog	الضبــــاب
Food Spoliage	فساد الاطعمة
Forced choise Method	طريقة الاختيار القسري

تابع { F }

Fragile	هــــش
Fumes	الابخـــــرة
Fumingation	التبخيـــــر
Fungi	فطريـــات

{ G }

Galactose	سكـر الجـلاكتـوز
Gamma Ray	أشعـــة جـامـا
Genetic Effects	تأثيـــرات وراثيـــة
Glucose	سكـر الجـلوكـــوز
Glycerol	جـليســـرول
Green House Effect	ظاهرة البيت الزجاجي
Gromatography Methods	طرق الكروموتوغرافيا
Growth Cessation	وقــف النمـــو
Growth Hormone	هرمـون النمـــو
Growth retardation	إعاقــة النمـــو

{ H }

Half life	فترة نصف العمر
Hardness	صلادة ، عسر
Headache	الصـــداع
Heavy Trucks	السيارات الثقيلة
Heme	بروتين يحتوي على الحديد ، ويشكل جزءاً من الهيموجلبين
Hemoglobin	هيمـوجلبين
Hemorrhage	نزيـــف
Hepatitis	الالتهـاب الكبـدي

تابع { H }

Heptoses	سكريات تحتوي على 7 ذرات كربون
Hexoses	سكريات تحتوي 6 ذرات كربون
Hormones	الهورمونـات
Hpoxia	نقص وصول الاكسجين للانسجة
Hydrocarbons	الهيدروكربونـــات
Hydrochloric Acid	حامض الكلوردريك
Hydrogen Bond	الرابطة الهيدروجينية
Hydrogen Cyanide	سيانيـد الهيـدروجـين
Hydrated lime	الجيـــر المطفـــأ
Hydrolysis	التحلـل المائـــي
Hyperchromic	عالي الهيموجليين
Hypertension	ارتفاع ضغط الدم

{ I }

Infertility	العقــــم
Inhibtion	تثبيـط ، منـع
Induced Oxygen	الاكسجين المستحث
Infra red Ray	الاشعة تحت الحمراء
Insecticide	مبيــد الحشـــرات
Iodine	اليــــــود
Ion Exchange	التبـادل الأيـونـي
Ionizing Radiations	إشعاعـات مؤينــة
Iron	الحديـــــــد
Isotope Element	العنصـــر النظيـــر

{ J }

Joint Pain	ألـــم المفاصـــل
Joule	جول (4.186 كالوري)

{ K }

Ketones	الكيتونـــات
Kidney	الكليـــــة
Kilo Calorie	كيلـو سعــر

{ L }

Lead	الرصـــاص
Lethal Dose	الجرعة القاتلة
Leukemia	ابيضاض الدم ، سرطان كريات الدم البيضاء
Limnic	عذبـــــة
Lipids	الدهـــون
Liquid	سائـــــل
Liter (L)	اللتـــــر
London Smog	الضباب الاسود
Lung Cancer	سرطـان الرئـة

{ M }

Maltose	سكـر المالتـوز
Mannose	سكـر المانـوز
Mega Dose	جرعـة كبيـرة
Melting point	نقطـة الانصهـار
Mental retardation	تخلـف عقلـي
Mercury	الزئبـــق
Metabolism Processes	عمليات التمثيل الغذائي
Metabolites	مستقلبـــات

تابع { M }

Methamyglobin	الميثاميجلوبـين
Microbiology	علم الاحياء الدقيقة
Mineral Elements	العناصـر المعدنيـة
Mineral Toxicity	التسمـم بالمعـادن
Mist	رذاذ
Mitochandria	الميتوكندريـا
Mixture	خليـط
Moderately Toxic	متوسـط السمّـية
Moisture	الرطوبـة
Mufflers	كـاتم الصـوت
Mustard Gas	غـاز الخـردل

{ N }

Natural Radiation	الاشعاع الطبيعي
Necrosis	نخـر
Nickel	النيكـل
Noise	ضوضـاء
Non - Dispersive Infrared	الأشعة تحت الحمراء المبعثرة
Nucleus	النـواة
Nutrients	عناصـر غذائيـة
Nutrition	التغذيـة

{ O }

Odourless	عـديم الرائحـــة
Organic Acids	أحمــاض عضويــة
Organic Solvent	مذيــب عضـــوي
Osmotic Pressure	الضغـط الاسموزي
Oxidation	اكســــدة
Oxidation - Reduction Reactions	تفاعلات التأكسد والاختزال

{ P }

Palmetic Acid	حامض البالمتيك (النخيل)
Pancreas	البنكريــــاس
Particulates	الجسيمـــــات
Part per billion (ppb)	جــزء بالبليـون
Part per million (ppm)	جــزء بالمليـون
Pathogenic	عوامـــل ممرضــة
Pentose	سكــر خماســي
Periodic Table	الجـدول الـدوري
Pesticides	المبيــدات الزراعيـــة
pH	الرقـــم الهيدروجينـــي
Phenols	الفينــــــولات
Photochemical smog	الضبـاب الكيميائي
Photosynthesis	تركيـــب ضوئـــي
Plankton	هائمـــــــات
Polar Molecule	مستقطـب جزيئـي
Polar Solvent	مذيـــب مستقطـــب
Pollutants	الملوثـــــات

تابع { P }

Pollution	تلـــــوث
Poly chlorinated Bi-phenyls (PCBS)	ثنائي الفينـل متعـدد الكلـور
Potential Acidity	الحموضـة الكامنـة
Poly Vinyl chloride (PVC)	كلوريد عديد الفينل
Potash	بوتاسـا كاويـــة
Presses	المطابـــــــع
Pretreatment Process	طريقة المعالجة الاولية
Protiens	البروتينــــــات
Pure	نقـــــي
Purification	تنقيـــــة

{ Q }

Qualitative Analysis	التحليـل الكيفـي
Quantitative Analysis	التحليـل الكمـي
Quiter Fans	مـراوح ساكنــة

{ R }

Rad	الراد (وحدة قياس الاشعة)
Radial Energy	الطاقـة الاشعاعيـة
Radiant Pollution	التلـوث الاشعاعـي
Radioactivity	النشـاط الاشعاعـي
Radioactive Isotopes	النظائر المشعة
Rate	معـــــدل
Ray	أشعــــــة
Reaction	التفاعـــــل
Recycling	إعـادة التدويــر

{ R } تابع

Renal system	الجهــاز الكلــوي
Residue	الجـــزء المتبقـــي
Resin	راتنـــــج
Resistance	مقاومــــة
Respiration	التنفـــــس
Respiratory System	الجهاز التنفسي
Reverse Osmosis Method	طريقة الاسموزية الرجعية
Reversible reaction	تفاعل منعكس (في اتجاهين)
Ribose	سكــر الرايـــوز
Ribonucleic Acid (RNA)	الحامض النووي الرايبوزي
Rodenticide	مبيــد القـــوارض

{ S }

Saccharides	السكـريـــات
Salinity	ملوحــــة
Salmonella	سالمونيـــــلا
Secondary Treatment Process	طريقة المعالجة الثانوية
Sedmintation	ترسيـــــب
Septic Tanks	خزانـــات صحيـــة
Sewage Sludge	مخلفـات المجـــاري
Size Fractionation	التجزئـــة الحجميـــة
Smoking	تدخـــين
Soil pH	درجة تفاعـل التربة
Solubility	الذائبيـة ، الانحـلال
Somatic Effects	تأثيـرات جسميـــة
Soot	سنـــاج
Source	مصـــدر

تابع { S }

Sprying	الـــــرش
Staphylcoccus	جراثيـم المكـورات
Stereos	اجهـزة الستيريـــو
Sterilizer	معقـــــم
Sublimation	تسامـــــي
Supersonic Plane	طائــرة نفـــاذة
Sufrace Water	ميـــاه سطحـيـة
Swamps	مستنقعـــات
Synthetic	صناعـــــي

{ T }

Tasteless	عــديم اللـــون
Tetra Ethyl lead (TEL)	رابع ايثيل الرصاص
Tetratogenes	تشوّهات خلقية في الاجنة
Tertiary Treatment Process	طريقة المعالجة الثالثية
Tetroses	سكـريـات رباعيـة
Thermal Pollution	التلـوّث الحـراري
Threshold	العتبــــة
Thyroid gland	الغـدة الدرقيـــة
Tires	إطــــارات
Tongue Cancer	سرطـــان اللســـان
Total Dissolved Soild (TDS)	الكمية الكلية المذابة من المواد الصلبة
Toxicity	تسمـــم
Total Organic Carbon Analysis (TOC)	تحليل الكربون العضوي الكلي
Trace Elements	عناصر نزرة (صغرى)
Transpiration	النتــــــح

تابع { T }

Transmission	انظمـة النقـل
Triglyceride	دهـن ثلاثـي
Trioses	سكـريـات ثـلاثيـة
Turbidity	عكـارة
Typhoid Fever	حمى التيفوئيـد

{ U }

Ultra Violet Irradiation	التعرض للاشعاع فوق البنفسجي
UNEP	برنامج الامم المتحدة للبيئة
Unstable	غـاز غيـر مستقـر
Urea	يوريـا

{ V }

Viral Encephalitis	التهاب الدماغ الفيروسي
Visible	مرئـي
Vitamines	الفيتامينـات
Volatile Oils	الزيـوت الطيـارة
Vomitting	التقيـؤ

{ W }

W.B.C. (White Blood Cells)	كريات الدم البيضاء
Water Absorption	امتصاص المـاء
Water Hardness	عسـر المـاء
Water Losses	فقـد المـاء
Water Pollution	تلـوّث المـاء
Water Treatment	معالجـة الميـاه
Water Turbidity	عكـر المـاء

{ X }

Xerophthalmia	مرض جفاف العين
Xerosis	الجفــاف (في العـين)
X - Ray Fluoresence	التفلور باشعــة إكس
Xylene	الزايلـــــين
Xylose	سكــر الزايلـــوز

{ Y }

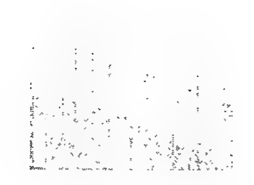
Yeasts	الخمائــــــر

{ Z }

Zinc	الخارصـــين
Zoo Plankton	هائمـات حيوانيــة



قائمــــــة
مصادر الكتاب العربية والاجنبية



قائمة المصادر العربية والاجنبية

1 . القرآن الكريم .

2 . الإمام أبو الفضل بن منظور ، لسان العرب .

3 . عبدالرحمن بن محمد بن خلدون ، مقدمة ابن خلدون ، منشورات مؤسسة الاعلمي للمطبوعات ـ بيروت 1981 .

4 . إدوارد سميث ، ترجمة سعد الدين خرفان ، من أجل البقاء أحياء ، طلاس للدراسات والترجمة والنشر ـ دمشق 1988 .

5 . علي مصطفى علاء الدين ، السيارة وتلوّث البيئة ـ دار الحداثة ـ بيروت 1990 .

6 . حسين العروسي ، التلوّث المنزلي ـ مكتبة المعارف الحديثة ـ الاسكندرية 1993 .

7 . جون جريبين ـ ترجمة أحمد مستجير ، ظاهرة الصوبة ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة 1992 .

8 . سعد شعبان ، التلوث لعنة العصر ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب ، القاهرة 1988.

9 . سفيان التل وآخرون ، حالة البيئة في الاردن ـ عمّان 1989 .

10 . سعيد محمد الحفّار ، نحو بيئة افضل ـ دار الثقافة ، الدوحة ، قطر 1985 .

11 . عدنان مساعدة وزميله ، التلوّث البيئي ـ الروزنا للطباعة ، اربد ـ الأردن 1996.

12 . عبد الغني جميل السلطان ، الجو ـ عناصره وتقلباته ، منشورات وزارة الثقافة والاعلام العراقية ـ بغداد 1985 .

13 . احمد عبد الوهاب عبد الجواد ، القمامة ـ العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة 1991 .

14 . سليمان العقيلي وزميله ، تلوّث الهواء ـ مكتب التربية العربي لدول الخليج ، الرياض 1990 .

15 . نوري الطيب وزميله ، قياس التلوّث البيئي ـ دار المريخ ، الرياض 1988 .

16 . علي حسن موسى ، السحب ، دار الفكر ـ دمشق 1988 .

17 . جون جريبين ـ ترجمة احمد مستجير ، ثقب الأوزون ـ مركز النشر في جامعة القاهرة 1991 .

18 . كينيث ميلاني ـ ترجمة إزدهار الصابونجي ، بيولوجية التلوّث ـ جامعة البصرة 1984 .

19 . أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، المنهج الاسلامي لعلاج التلوث البيئي - الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة 1991 .
20 . أحمد عبدالوهاب عبدالجواد ، تلوّث الهواء - الدار العربية للنشر والتوزيع ، القاهرة 1991 .
21 . إبراهيم نحّال ، اساسيات علم البيئة وتطبيقاته - منشورات جامعة حلب 1987 .
22 . سيفلي فوشو / جان فرانسو ، ترجمة اسعد مسلم ، التهديدات العالمية على البيئة - دار المستقبل العربي - القاهرة 1990 .
23 . نبيل صبحي ، الاسلحة الكيميائية والجرثومية - مؤسسة الرسالة ، بيروت 1990.
24 . محمد ممتاز الجندي ، الصناعات الغذائية - دار المعارف ، مصر 1982 .
25 . يحيى محمد حسن ، مبادئ الصناعات الغذائية - عمادة شؤون المكتبات ، جامعة الرياض 1979 .
26 . ابراهيم علي جعبوب ، الحشرات المنزلية - دار المطبوعات الجديدة ، الاسكندرية 1973 .
27 .عذاب طاهر الكناني ، خالد خورشيد كاظم ، البيئة الاشعاعية - وزارة التعليم العالي والبحث العلمي - بغداد 1991 .
28 . عذاب طاهر الكناني ، اسعد الخفاجي - الكشف عن الاشعاعات المؤينة ، بغداد 1990 .
29 . ابراهيم بدران ، هاني عبيد ، الطاقة النووية وحادثة تشرنوبل - منشورات الجمعية العلمية الملكية - عمّان 1988 .
30 . حسين السعدي وزملاؤه ، علم البيئة المائية - جامعة البصرة ، البصرة 1986 .
31 . رنيه كولاس ، ترجمة محمد يعقوب ، تلوّث المياه - منشورات عويدات ، بيروت 1981 .
32 . هشام البرهاني ، الماء والصحة - دمشق 1988 .
33 . منظمة الصحة العالمية ، دلائل جودة المياه - منشورات المكتب الاقليمي لشرق البحر المتوسط ، الاسكندرية 1989 .
34 . عزيز احمد أمين ، ثروت صالح ، الكيمياء الصناعية - جامعة البصرة 1980 .

35 . هلموت ستابف ، ترجمة محمد اسماعيل عبداللطيف ، الكيمياء الصناعية - الاسس التكنولوجية- دار الاهرام - دار النشر الشعبية للتأليف في لايبزغ - المانيا 1977 .
36 . سعد الله النعيمي ، الاسمدة وخصوبة التربة - مديرية دار الكتب للطباعة والنشر ، جامعة الموصل 1987 .
37 . إس إل تسديل ، دبليونيسلون ، ترجمة نزار يحيى احمد ، منذر المختار ، خصوبة التربة والاسمدة الجزء الاول والجزء الثاني - جامعة بغداد 1987 .
38 . اسماعيل عبدالمطلب الخطيب ، سموم التدخين ووسائل العلاج ، دار الزهراء - القاهرة 1990 .
39 . فريال ابراهيم الحميم ، علم المياه العذبة - جامعة البصرة ، 1986 .
40 . منصور محمد حسب النبي ، عجائب واسرار الاشعاع الذري والطاقة النووية ، مكتبة النهضة المصرية ، القاهرة 1992 .
41 . جمعية حماية البيئة الكويتية ، الامراض الوراثية والبيئية ، 1986 .
42 . عبد المطلب سيد محمد ، البناء الضوئي ، جامعة الموصل 1983 .
43 . حسن سيد ابو العينين ، اصول الجغرافيا المناخية ، مؤسسة الثقافة الجامعية للطبع والنشر والتوزيع - الاسكندرية 1988 .
44 . لطيف حميد علي ، التلوّث الصناعي ، الموصل - جامعة الموصل 1988 .
45 . عبدالواحد اسماعيل القاضي ، الاسلام والبيئة ، دار الاعتصام للطبع والنشر - القاهرة 1991 .
46 . دينيس أوين ، ترجمة احمد مستجير ، البيئة وقضاياها - مركز النشر لجامعة القاهرة 1992 .
47 . عادل جرار ، البلاستيك في حياتنا ، منشورات الجمعية العلمية الملكية 1977 .
48 . دورثي دوسيك ، دانييل جيرداكو ، ترجمة عمر شاهين ، خضر نصار ، المخدرات حقائق وارقام ، مركز الكتب الاردني - عمان 1988 .
49 . احمد عبدالهادي الراوي وزملاؤه ، كيمياء التربة - مطبعة جامعة بغداد 1986 .
50 . ك كلادكوف ، ترجمة عبدالرزاق المخزومي ، الذرة من الالف الى الياء ، منشورات وزارة الثقافة العراقية - بغداد 1987 .
51 . هديل توفيق الحديثي ، الاحياء المجهرية المائية - جامعة البصرة 1986 .

52 . محمد رشاد عامر ، الموجز في علم التغذية ، دار القلم ، الكويت 1982 .
53 . حمزة محمد النخال ، علم الاحياء الدقيقة ، مطابع الطويجي التجارية ـ القاهرة 1987 .
54 . ابراهيم مطاوع ، التربية البيئية ، دار المعرفة الجامعية ـ الاسكندرية 1988 .
55 . محمد خلف اللافي ، التلوث البيئي بين الاسلام والقانون الدولي والتطبيق الاردني ـ عمّان 1994 .
56 . برنامج الامم المتحدة ، الجمهور والبيئة (حالة البيئة) ـ جنيف 1988 .
57 . جمعية البيئة الاردنية ، ندوة حماية مصادر المياه في الاردن من التلوث ـ عمّان 1990 .
58 . محمد ممتاز الجندي ، تقييم الاغذية ومراقبة الانتاج ـ القاهرة 1988 .
59. عبدالمنعم بلبع ، خصوبة الاراضي والتسميد ، دار المطبوعات الجديدة الاسكندرية 1989 .
60 . أسفار شهاب الشبيب ، البكتيريا المرضية المعوية ، بغداد ـ 1989 .
61 . هادي كاظم عوض ، ساجدة عبدالحميد ، الكيمياء التحليلية ، وزارة التعليم العالي ـ بغداد 1982 .
62 . فهمي حسن أمين ، تلوّث الهواء (مصادره ، اخطاره ، علاجه) دار العلوم للطباعة والنشر ـ الرياض 1994 .
63 . محمد الحسن وابراهيم المعتاز ، ملوّثات البيئة (اضرارها ، مصادرها ومعالجتها) مكتبة الخزرجي ـ الرياض 1988 .
64 . كيلبرت ماسترز ، ترجمة طارق محمد صالح ومنتصر صالح ، مدخل الى العلوم البيئية ، جامعة اليرموك 1985 .
65 . مؤسسة فريدريش ناومان وجمعية البيئة الاردنية ، دراسات وابحاث بيئية ، جمعية عمال المطابع التعاونية ـ عمّان 1993 .
66 . طالب ناهي الخفاجي ، منشآت توليد الطاقة النووية ، دار الرشيد للنشر ، منشورات وزارة الثقافة والأعلام العراقية ، السلسلة العلمية (14) ،1982 .
67 . احمد صبري عبدالغفار ، محمود ابراهيم فهمي ، اساسيات علم الاراضي ، مطابع رويال ـ الاسكندرية 1989 .

68 . علي زين العابدين ، محمد بن عبدالمرتضى ، تلوّث البيئة ثمن للمدنية ، المكتبة الاكاديمية ـ القاهرة 1992 .
69 . النشرة الشهرية لمنظمة الصحة العالمية WHO ، مجلد 24 عدد 3 عام 1970 .
70 . المجلس الاعلى للعلوم والتكنولوجيا ، سياسات واستراتيجيات العلوم في قطاع البيئة ، عمّان 1993 .
71 . محمد شطناوي وزميليه ، دليل نوعية مياه الري ، مركز البحوث والدراسات المائية ، الجامعة الاردنية ـ عمّان 1994 .
72 . ابراهيم نحّال ، التلوث وحماية البيئة ، الاهالي للطباعة والنشر والتوزيع ، دمشق 1988 .
73 . كامل سعيد جواد وزملاؤه ، خصوبة التربة والتسميد ، وزارة التعليم العالي والبحث العلمي ـ بغداد 1990 .
74 . عبد الله الصعيدي ، البيئة والتنمية : دراسة لعوامل التصحر وآثاره الاقتصادية في مصر 1994 .
75 . ليستر آر بروان وآخرون ، ترجمة علي حسين حجاج ، اوضاع العالم 1993 ، دار البشير للنشر والتوزيع ـ عمّان 1995 .
76 . باسل عبدالجبار عبداللطيف ، تلوّث البيئة والسيطرة عليه ـ جامعة بغداد 1990 .
77 . طارق احمد محمود ، علم وتكنولوجيا البيئة ، جامعة الموصل 1988 .
78 . لورنث هوجز ، ترجمة محمد عمار الراوي ، عبد الرحيم محمد عشير ، التلوث البيئي ، وزارة التعليم والبحث العلمي ـ بغداد 1989 .
79 . إبراهيم الجندي ، التلوث يخنق العالم ، العربي للنشر والتوزيع ، القاهرة 1992.
80 . وقائع ندوة حماية البيئة من ملوثات الصناعة النفطية ، منظمة الاقطار العربية المصدرة للبترول ، الكويت 1982 .
81 . جودة حسنين جودة ، الجغرافيا المناخية والنباتية ، دار المعرفة الجامعية ، الاسكندرية 1989 .
82 . عبدالمحسن عبدالحميد الحيدري ، مخاطر العمل ووسائل السلامة العامة في الاقسام الكيماوية ، مكتب الطباعة المركزي ـ جامعة بغداد 1991 .
83 . حمد الرفعي ، التدخين (مضاره وكيفية التخلص منه) ، دار الكتب الوطنية ـ بنغازي 1994 .

84 . إسلام أحمد مدحت ، التلوث مشكلة العصر، سلسلة عالم المعرفة العدد 152 ـ الكويت 1990 .
85 . سامح غرايبة وزميله ، المدخل الى العلوم البيئية ، دار الشرق للنشر والتوزيع ـ عمّان 1987 .
86 . إبراهيم نحّال ، التصحر في الوطن العربي ، معهد الانماء العربي ـ بيروت 1987.
87 . أنسام علاء الدين ، ارتفاع نسبة سرطان الدم عند الأطفال العراقيين خلال الاعوام (1995 - 1993) بسبب التلوث الناجم عن حرب الخليج ، رسالة دكتوراه غير منشورة ـ جامعة بغداد 1996 .
88 . كامل الزبون ، الملوثات المنبعثة من عوادم السيارات في الاردن ، رسالة ماجستير غير منشورة ـ الجامعة الاردنية 1995 .
89 . محمد الدمنهوري ، تأثير التلوث الجوي بغبار الاسمنت في مدينة الفحيص ، رسالة ماجستير غير منشورة ـ الجامعة الاردنية 1995 .
90 . حامد الخطيب ، تلوث الهواء في مدينة الرصيفة بغبار الفوسفات وأثرها على الصحة والعامة ، رسالة ماجستير غير منشورة ـ الجامعة الاردنية 1985 .
91 . دراسة اعدها البنك الدولي حول برنامج شراكة للعمل البيئي 1994 .
92 . دراسة قام بها فريق بحث من كلية الطب ، جامعة ألبرت اينشتين ، التسمم بالرصاص خطر يهدد الاطفال ، جريدة الرأي عدد رقم 8290 تاريخ 23/ 4/1994 .
93 . تقرير برنامج الامم المتحدة للبيئة عام 1985 و 1989 .
94 . تقرير علمي صادر عن المؤتمر الجيولوجي الدولي الذي عقد في بكين عام 1996.
95 . دراسة حول أثر حرب الخليج الثانية على البيئة أعدها فريق من العلماء ـ بقلم زهير الكرمي ـ جريدة صوت الشعب بتاريخ 1991/1/ 3 .
96 . تقرير صادر عن المؤتمر الدولي الخاص بمنع ناقلات النفط الكبيرة من تفريغ النفايات وحماية البيئة البحرية ـ مسقط 1995 .
97 . تقرير المؤتمر الدولي للتدخين الذي عقد في باريس عام 1995 .
98 . تقرير منظمة الاغذية والزراعة الدولية « الفاز » عام 1994 .
99 . تقرير المؤتمر البيئي الذي عقد في بودابست عام 1992 .

100. دراسة أعدها قسم الامراض غير السارية في وزارة الصحة الاردنية ، كانون الثاني 1996 .
101. تقرير عن آثار المطر الحامضي على التربة الزراعية ـ مجلة البيئة البريطانية 1994.
102. منظمة الصحة العالمية ، تقييم بعض المضافات الغذائية ، التقرير السادس والعشرون ـ جنيف 1983 .
103. منظمة الصحة العالمية ، تقييم بعض المضافات الغذائية ، التقرير السابع والعشرون ـ جنيف 1984 .
104. البرنامج الدولي للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الامم المتحدة ، سلسلة التربية البيئية رقم (9) لعام 1989 .
105. البرنامج الدولي للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الامم المتحدة ، سلسلة التربية البيئية رقم (13) لعام 1989 .
106. البرنامج الدولي للتربية البيئية المشترك بين اليونسكو وبرنامج الامم المتحدة ، سلسلة التربية البيئية رقم (30) لعام 1989 .
107. مجلة القافلة: الاعداد (1987) 2 ، (1995) 7,11,12 ، (1996) 2,3,9,11 (1997) 8,10,11 .
108. مجلة البيئة : (1983) 18 ، والعدد الصادر في نيسان عام 1989 .
109. رسالة البيئة : الاعداد (1992) 2,3 ، (1996) 17 ، 16 .
110. مجلة الريم : الاعداد (1992) 47 ، (1996) 57,58 .
111. مجلة العربي : الاعداد (1985) 319 ، (1986) 330 ، (1990) 375 .
112. كلمة دولة الاستاذ احمد عبيدات ، رئيس جمعية البيئة الاردنية ، ندوة التلوث والحفاظ على المياه والبيئة بتاريخ 3/1995 /20 .
113. جواد العناني ، قضايا اقتصادية ، جريدة الدستور بتاريخ 4/1995 /17 .
114. عدنان مساعدة ، تلوث المياه ضمن دائرة فقدان التوازن البيئي ، جريدة الدستور ، عدد رقم 8395 تاريخ 1991 /1 /3 .
115. عدنان مساعدة ، التلوث البيئي على ارضية اعلان الاردن منطقة محرمة على النفايات ، جريدة صوت الشعب 1989 .
116. عدنان مساعدة ، ارقام في التدخين ، جريدة رحاب الجامعة ـ جامعة العلوم والتكنولوجيا بتاريخ 10/1989 /31 .

117. محمد شريف الجيوسي ، قضايا المياه في الشرق الأوسط ، جريدة الدستور عدد رقم10427 تاريخ 1996 /9 /2 .
118. حمد الله النابلسي ، تدوير النفايات واهميتها الاقتصادية ، جريدة الرستور عدد 8026 تاريخ 31/ 7/1992 .
119. عمر الخشمان ، مستقبل المياه في الاردن ، جريدة الرأي عدد رقم 8977 تاريخ 24/ 3/1995 .
120. عدنان مساعدة ، تلوث الهواء بالكيماويات ، جريدة الرأي ، عدد رقم 9557 تاريخ 11/1996 /1 .
121. عدنان مساعدة ، التلوث الغذائي بالكيماويات ، جريدة الرأي ، عدد رقم 9583 تاريخ 27/ 11/1996 .
122. عدنان مساعدة ، تلوث المياه بالكيماويات ، جريدة الدستور ، بتاريخ 20/ 2/1996 .
123. فريق من الجامعة الاردنية ، تعقيم التربة باستخدام امكانات الطاقة الشمسية ، جريدة الرأي ، تاريخ 14/ 2/1996 .
124. عدنان مساعدة ، تلوث البيئة بسبب التدخين ، جريدة الدستور ، عدد10544 بتاريخ 28/ 12/1996 .
125. جريدة الدستور : الاعداد 8019 ، 9019 ، 9211 ، 10620 .
126. سمير رضوان ، احتضار البحار ، جريدة الرأي تاريخ 24/ 4/1992 .
127. أمين مشعل ، أخصائي برامج اليونسكو لعلوم البحار والبيئة في الدول العربية ، ظاهرة ارتفاع درجة الحرارة ، صحافة اليرموك التي تصدر عن جامعة اليرموك في الاردن تاريخ 1/ 2/1990 .
128. أسعد الاسطواني ، التصدعات في طبقة الاوزون ، صحافة اليرموك التي تصدر عن جامعة اليرموك في الاردن تاريخ 1/ 12/1990 .
129. جريدة صوت الشعب الاردنية ، التلوث البيئي وراء تشوهات الاجنة ، عدد رقم 3045 تاريخ 11/ 10/1991 .
130. جريدة الرأي الاعداد : 9490 ، 9612 ، 9624 ، 9720 .

131. V.A. Filov, A.L. Bandman and B.A. Ivin , Harmful Chemical Substances , Volume I , Ellis Horwood , London , U. K. (1993) .

132. F.S.Rowland , I.S.A Isaksen , The changing Atmosphere, physical , chemical and Earth Science Report 7, John wiley & sons , chichesrter , U.K. (1988) .

133. W.J MCG Tegart and GW Sheldon , Climate change 1992, Australian Government publishing Service , Canberra , (1993) .

134. Jon Erickson , Green House Earth Tomorrow's Disaster Today, TAB Boods , Blue Ridge Summit , PA, U.S.A, (1990) .

135. L.W. Canter and R.C. Knox, Ground water pollution control, lewis publishers , INC.,U.S.A; (1985) .

136. Farhataziz and Michael A.J.Rodgers, Radiation chemistry , VCH publishers , U.S.A., (1987) .

137. Jerome D. Nriagu and Milagros S. Simmons , Food contamination from Environment sources , New York : Willey (1990) .

138. Seymour Calvert , Harold M. Englund , Hand Book of Air Pollution Technology - NewYork : John Willey and Sons (1984) .

139. David A. Dunnette , Robert J. O'Brien , The Impact of Humman Activities on The Environment - Washington , D.C.,American chemical Symposium, (1992) .

140. WHO , Rapid assessment of source of Air , Water and Land Pollution , (publication no. 62) , Geneva , (1982) .

141. H.R. Quantic , Activation in crop protection , pollution and Insect Control , London : Collins (1985) .

142. Herman Koren , Hand Book of Enviromental Health and Safety - 2nd ed. , Mich : Lewis , (1991) .

143. Paul M. Newberne , Trace substance and Health , Newyork : M. Dekker (1982) .

144. Trefor Williams Alysoun Moon, Margert Williams , Food , Environment and Health - Geneva : WHO (1990) .

145. H.M. , Environmental pollution Atomsphere, Land , Water , Noise John Willey and sons , chichester , (1981) .

146. Walker C. , Environmental Pollution by chemicals , Hutchison and Co. Ltd. , London , (1975) .

147. Skoog , D.A. and west , D.M. , Fundamental of Analytical Chemistry , Holt, Rirechart and Winston , NewYork , (1976) .

148. Robert A. Baker , contaminants and sediments Vol. (I + II) , Ann Arbor Science Publishers , Michigan (1980) .

149. James D. Mc Kinney , Environmental Health Chemistry , (1981)

150. John R. Holum , Fundamentals of General Organic and Biological Chemistry , 3rd edition , (1986) .

151. Goulden , P.D. , Environmental Pollution Analysis , Heyden and sons Ltd . , London , (1978) .

152. Jacobs , M.B. , The chemical Analysis of Air pollution , Willey Inter Science , NewYork , (1960) .

153. Coggle J.E. , Biological Effects of Radiation , International Publications ,Tylor and Franics , (1983) .

154. Bert Bolin , Bo R. Doos , Richard Warrick , Jill Jager , The Green House Effect , Climate change and Ecosystems , (1986) .

155. P. D. Abel , Water Pollution Biology , Chichester : Ellis Horwood, (1989) .

156. Chris A. Glausen III , Guy Mattson , principles of Industrial chemistry , 4rth edition (1978) .

157. A. V. S. S. Rama Rao , Text Book of Biochemistry , 5th edition , L.K. & S. publishers , India , (1987) .

158. K. K. Chin and K. Kumara sivam , water Science and Technology , Vol. 18 , No. 3 , (1986) .

159. WHO , Guide lines for drinking water quality , vol. 3 , Drinking Water quality Control in small Community supplies , Geneva , (1985) .

160. WHO , Evaluation of some pesticides Residues in Food , Geneva , (1970) .

161. The Royal society of chemistry , Analytical Abstracts , voume 58 (6) June (1996) .

162. The Royal society of chemistry , Analytical Abstracts, volume 12 , December (1995) .

163. The Royal society of chermistry , Analytical Absracts, Volume 56 (7) , July (1994) .

164. The Royal Society of chemistry , Analytical Abstracts , Volume 56 (9) , September (1994) .
165. The Archives of Environmental Health , Vol. 50 (1) January / February , (1995) .
166. The Archives of Environmental Health , Vol. 50 (6) November / December , (1995) .
167. The Archives of Environmental Health , Vol. 49 (1) January / February , (1994) .
168. Analytical letters Vol. (21) , No. (3) . (1988) .
169. Intergovermental conference on Environmental Education , Tiblisi , USSR, 14 - 26 October 1977 , Final Report , Paris , Unesco , (1978) .
170. United Nations Conference on the Humman Environment, Stockholm , 5 - 16 June 1972 , Report , Newyork , United Nations , (1973) .
171. Roy M. Harrison and spyride Rapsomaikis , Environmental Analysis Using Interfaced with Atomic Spectroscopy , Newyork : Willey (1989) .
172. Edward Goldberg , Black Carbon in the Environment , Newyork : Willy (1985) .
173. T. C. Hutchinson and K. M. Meema , Lead , Mercury , Cadmium and Arsenic in the Environment - chichester : willey (1987) .
174. Stanley E. Manahan , Environmental chemistry , 4th ed. - Boston : Willard Grant Press , (1984) .
175. Kurt J. Irgolic and Arthur E. Martell , Environmental Inorganic chemistry , Florida : VCH , (1985) .
176. Roger N. Reeve Environmental Analysis , Chichester : John willey and sons , (1994) .
177. The Janssen chemica Catalogue Hand Book of Fine chemicals For Research and Industry , Janssen Pharmaceutica , Belguium (1988 - 1990) .
178. Bruel & Kjaer , Noise Control , 2nd edition - Denemark , (1982).
179. F. R. Connor , Noise, 2nd ed . - London : Edward Arnold , (1982) .

180. M. Kovacs ; Pollution Control and conservation , Translantion editor T. Waldmeyer - chichester : Ellis Horwood , (1985) .

181. Sittig Marshal Park ridge , Pollution Technology revie No.34 [Particular and fine dust Removal], N. J : Noyes data crop. , (1977).

182. Sttig Marshal Park ridge , Pollution Technology revie No. 30 [Toxic Metals : Pollution Control and Worker protection], N.J : Noyes data crop . , (1976) .

183. Sttig Marshal park ridge , pollution Technology revie No. 43 [Vinyl chloride & PVC Manfacture : process and Environmental aspects] , N. J : Noyes data crop . , (1978) .

184. Arthur C. Stern , Air pollution , 3rd edition , Vol. (I,II,III,IV,V) , United Kingdom edition published by Academic press INC Harcourt Brace Jovanovich publishers , (1976) .

185. K. K. Chin and K. Kumarasivam , Industrial Water Technology : (Treatment , Reverse and Recycling) , printed in United Kingdom by Wheaton & Co. Ltd . Exter (1986) .

186. Morisson and Boyd , Organic chemistry , 3rd edition , Allyn & Bacon , INC. U. S. A. (1979) .

187. Charles R. Craig , Robert E. stitzed , Modern Pharmacology , 4rth ed. Printed in USA , Little and Brown Company , (1994) .

188. John Macleod , Christopher Edwards , Lan Boucher , Davidson's Principles and practice of Medicine , Fifteenth edition , English Language Book Society - Churchill Livingstone , (1987) .

189. Mary Anne Koda Kimble , LLoyd yee yound , Applied Therapeutic - The Clinical Use of Drugs , Edward's Brother , Ann Arbor Michigan , (1992) .

190. George A. Olah , Arpad Molnar , Hydrocarbon Chemistry, John wiley & Sons , INC. , Newyork - U. S. A. , (1995) .

191. Bernard Moody , Comparitive Inorganic Chemistry , 3rd edition , British library cataloguing in Publication Data , (1991) .

192. David R. Patrick , Van Nostrand Reinhold , Toxic Air pollution , Newyork U. S. A. , (1994) .

193. F. W. Fifield and D. Kealey , principles and practice of Analytical chemistry , 2nd edition , International Text Book Company , Glasgow , U. K. , (1983) .

194. FAO and WHO , Pesticide Residues in food - 1983 , Report sponsored jointly by FAO & WHO , Geneva (5 - 14) December (1983) .

195. Gobriel Bitton . Waste Water Microbiology , Newyork , N. Y. John Wiley & Sons , (1994) .

196. Gordon A. Mofeters . Drinking Water Microbidogy , Newyork , N. Y : Springer - Verlag , (1990) .

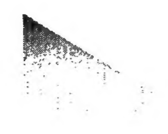
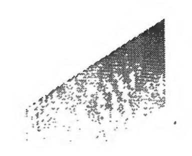
197. J. Malleviall I. H. Suffet , Influence and Removal of Organics in drinking Water , Lewis publishers , U. S. A. , (1992) .

198. American Works Association , Water quality and Treatment : A hand book of community water supplies, 4rth edition - Newyork ,N. Y : Mcgrow - Hill (1990) .

199. T. D. Mark and G. H. Dunn, Electron Impact Ionization, Spriger - Verlag wien , Newyork , (1985) .

200. Dahlem Konfernzen , M. Bemhard , F. t. Brinckman , The Importance of chemical "Speciation" in Environmental processes , springer - verlag , (1984) .

201. DANIEL D. CHIRAS , Environmental Science , A frame work for Decision Making , The Benjamin / Cummings publishing company , INC. , California , (1988) .

المؤلــف

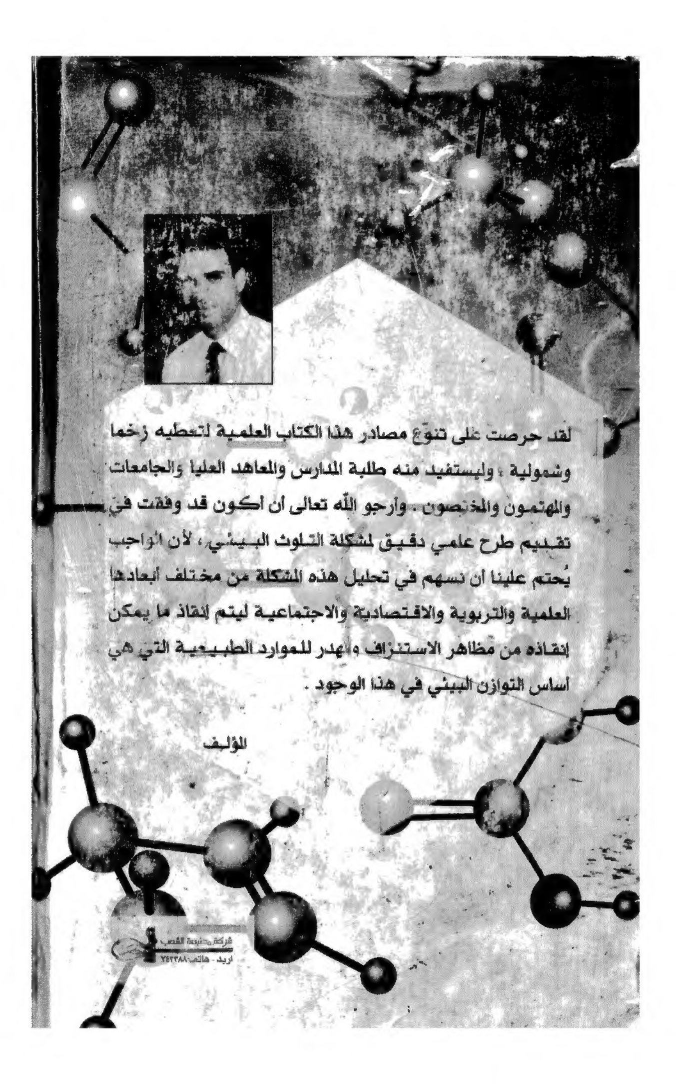
عدنان محمد مساعده

* من مواليد مدينة السلط عام 1961 .
* تلقى تعليمه الابتدائي والاعدادي والثانوي في مدارس زمال وسموع ودير أبي سعيد في لواء الكورة (1978 - 1967) .
* أنهى تعليمه الثانوي من مدرسة إربد الثانوية عام 1979.
* التحق في جامعة اليرموك ـ كلية العلوم وتخرج من قسم الكيمياء عام 1983 .
* مثّل جامعة اليرموك في ندوة الطالب الجامعي المنعقدة خلال الفترة (22 - 17) نيسان 1982 .
* عمل مدرساً للعلوم والكيمياء في وزارة التربية والتعليم لمدة عامين (1986 - 1984) .
* التحق بالعمل في جامعة العلوم والتكنولوجيا عام 1986 ولغاية الآن .
* كتب في العديد من الصحف والمجلات وله اهتمامات فكرية وأدبية وعلمية .
* صدر له كتاب بعنوان التلوث البيئي : مصادر التلوث ، التربية البيئية في الاسلام ، واقع التجربة الأردنية ، اقتراحات وحلول عام 1996 .
* له كتاب تحت الطبع بعنوان : انهزامية النفس في عالم الضياع .
* أعد دراسة بعنوان (التربية والاعلام البيئي) عام 1997 ، قدمت الى جامعة الدول العربية ـ الامانة الفنية لمجلس الوزراء العرب المسؤولة عن شؤون البيئة .
* عضو الهيئة العامّة في جمعية البيئة الاردنية .
* عضوالهيئة العامة في الجمعية الكيميائية الاردنية .

صف وطباعة واخراج

شركة مطبعة الشعب

اربد ـ هاتف ٢٤٢٣٨٨



لقد حرصت على تنوّع مصادر هذا الكتاب العلمية لتعطيه زخما وشمولية، وليستفيد منه طلبة المدارس والمعاهد العليا والجامعات والمهتمون والمختصون. وأرجو الله تعالى أن أكون قد وفقت في تقديم طرح علمي دقيق لمشكلة التلوث البيئي، لأن الواجب يُحتم علينا أن نسهم في تحليل هذه المشكلة من مختلف أبعادها العلمية والتربوية والاقتصادية والاجتماعية ليتم إنقاذ ما يمكن إنقاذه من مظاهر الاستنزاف والهدر للموارد الطبيعية التي هي أساس التوازن البيئي في هذا الوجود.

المؤلف